

VESIHALLITUS—NATIONAL BOARD OF WATERS, FINLAND

Tiedotus
Report

270

JUHA KAJANDER

HYDROLOGIA SUOMESSA ENNEN TEOLLISTA VALLANKUMOUSTA

English summary: Hydrology in Finland
before the industrial revolution

HELSINKI 1986

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona.

VESIHALLITUKSEN TIEDOTUKSIA koskevat tilaukset: Valtion painatuskeskus PL 516, 00101 Helsinki,
puh. (90)539 011/julkaisutilaukset

ISBN 951-46-9457-0
ISSN 0355-0745

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	5
1. JOHDANTO	7
2. ERÄITÄ PERUSKYSYMYKSIÄ	10
3. KANSAINVÄLISTÄ TAUSTAA	20
3.1 Semipluvialismi	20
3.2 Pluvialistinen vallankumous	29
4. ESIPLUVIALISTINEN AIKA - HYDROLOGIA SUOMESSA	
1600-1720	32
4.1 Hydrologia ennen Turun Akatemiaa. Sigfrid	
Aronus Forsius	32
4.2 Hydrologia Turun Akatemiassa 1640-1720	37
5. PLUVIALISTISESTA VALLANKUMOUKSESTA TEOLLISEEN VAL-	
LANKUMOUKSEEN - HYDROLOGIA SUOMESSA 1720-1860	43
5.1 Akateemisen vesistötutkimuksen yleispiirteitä	43
5.2 Siirtyminen pluvialismiin	51
5.3 Veden fysikaaliset ominaisuudet. Hydrostatiikka	60
5.4 Vedenväheneminen ja maankohoaminen	67
5.5 Hydrometeorologia ja klimatologia	72
5.6 Pintavesihydrologia	87
5.7 Geohydrologia	97
5.8 Vesistöt kartoissa ja paikalliskuvauksissa	99
5.9 Hydrologian soveltaminen	108
6. EPILOGI	121
SUMMARY: HYDROLOGY IN FINLAND BEFORE THE INDUSTRIAL	
REVOLUTION	124
VIITTEITÄ JA HUOMAUTUKSIA	137
LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO	195
A. Painamaton aineisto	195

B. Painetut lähteet	197
C. Kirjallisuus	207
HENKILÖHAKEMISTO	213
LIITE 1. Hydrologiaan liittyviä luentosarjoja Turun Aka- temiassa vuosina 1700-1827 ja Suomen Keisarillisessa Aleksanterin-Yliopistossa vuosina 1828-1864	223
LIITE 2. A. F. Boreniuksen kirje G. G. Hällströmille	225
LIITE 3. G. G. Hällströmin lausunto vesirakennushankkei- den yhteydessä tarvittavista tutkimuksista ja niiden järjestämisestä	226
LIITE 4. Uppgifter om strömmätare	230
LIITE 5. Järvenlaskusuunnitelma	232

ALKUSANAT

Viime vuosina on maassamme julkaistu useita vesistöjen käytön historiaa koskevia tutkimuksia sekä vesihallinnon piirissä että sen ulkopuolella. Näitä lähinnä taloushistorian alaan kuuluvia julkaisuja täydentää nyt ilmestytvä tieteenhistoriallinen tutkimus "Hydrologia Suomessa ennen teollista vallankumousta".

Julkaisu on olennaisilta osiltaan sama kuin tekijän samanniminen pro gradu-tutkielma, joka hyväksyttiin Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä osastossa joulukuussa 1984. Tutkielman tarkastajina toimivat prof. Juhani Virta ja FT Esko Kuusisto.

Tutkimuksen syntyvaiheet liittyvät läheisesti vesihallinnossa 1980 käynnistyneeseen Pohjanmaan vesistörakentamisen tutkimus- ja kehitysprojektiin. Tekijä, joka oli alkanut laatia pro gradu-tutkielmaansa aiheenaan professori Gustaf Gabriel Hällströmin geofysikaalinen tuotanto, sai heinäkuussa 1982 tehtäväkseen avustaa hydrologian historiaa koskevan aineiston hankinnassa FM Harri Turusta, joka tuolloin oli laatimassa Kala-, Pyhä- ja Siikajokien vesistöjen käytön historiaa. Kerätty aineisto oli paljolti yleisvaltakunnallista ja siksi vain osittain käytettävissä mainittua tutkielmaa ajatellen, mutta se osoittautui mielenkiintoiseksi ja sai aikaan opinnäytetyön aiheen muuttumisen.

Vastaavan laajuista hydrologian historian yleisesitystä ei maassamme ole aikaisemmin julkaistu. Tämä tutkimus rajoittuu

1870-lukua edeltävään aikaan, jolta ei juuri ole käytettävissä hydrologisia havaintosarjoja ja joka muun muassa siksi on jäänyt tähän asti melko vähälle huomiolle. Tekijä toivoo työnsä koituvan hyödyksi ja iloksi kaikille vesiasioista kiinnostuneille.

1. JOHDANTO

Tiede on yksi kulttuurimme peruspilareista, keskeinen vaikuttaja sekä teknologiassa että maailmankuvan alalla. Jos yleensä katsotaan tarpeelliseksi tutkia nykyajan kulttuuria ja yhteiskuntaa, ansaitsee myös tiede ilmiönä tulla tarkastelluksi, sekä yleisesti että yksityiskohdissaan. Tieteentutkimus muodostaa tiedepoliitiikan pohjan, joten se vaikuttaa myös tutkimuskohteisiinsa, tiedeseen ja tieteenharjoittajiin. Kun ympäristökriisi ja asevarustelun kiihtyminen ovat järkyttäneet aikaisemmin melko optimistisia käsityksiä tieteen yhteiskunnallisesta merkityksestä [1], on kiinnostus tieteentutkimusta kohtaan, kuten ymmärrettävää on, lisääntynyt. Tästä on osansa saanut myös tieteenhistoria, joka ilman muuta on yksi tieteentutkimuksen pääaloista, ehkä jopa tärkein [2].

Tutkijakoulutuksessa oman tieteenalan historiaan perehtyminen voi auttaa hahmottamaan kokonaiskuvaa kyseisestä tieteestä, sen metodeista, kehityksestä ja merkityksestä, mikä edistää tutkijan identiteetin muodostumista ja antaa mahdollisuudet luoda yhteishenkeä tiedeyhteisöön. Menneiden polvien tutkijoiden yrityksiin ja erehdyksiin tutustuminen voi myös opettaa kärsivällisyyttä ja oikeaa suhtautumista myötä- ja vastoinikäymisiin.

Geofysiikassa tarvitaan usein pitkiä aikasarjoja ja tietoja ilmiöiden pitkäaikaismuutoksista. Tällöin turvaudutaan usein epäsuoriin, geologian ja yleisen historian antamiin keinoihin, mutta oppihistoriakin voi olla hyödyksi etsimällä kadonneita ja unohdettuja havaintoja, jotka joko sellaisinaan tai muokattuina sopivat havaintosarjojen pidennyksiksi. Voidaan sanoa, että historiallisesta tutkimuksesta on geofysiikalle vielä enemmän hyötyä

kuin yleiselle fysiikalle.

Oppihistorialla on Suomessa vankat perinteet. 1800-luvun alku-puolella oli yliopistossa ajoittain jopa oppineisuuden histori-an professuuri, vaikka varsinaisten professorien kokonaismäärä ei ylittänyt kahtakymmentäviittä [3]. Oppihistorian harrastus jatkui myöhemminkin, myös luonnontieteissä. Hydrografisen toi-miston perustamista (1908) seuranneiden kolmen vuosikymmenen ai-kana ilmestyi useita hydrologian historiaa käsitteleviä kirjoi-tuksia [4]. Toisen maailmansodan jälkeen luonnontieteiden oppi-historia näyttää jääneen syrjään varsinaisen teknis-luonnontie-teellisen tutkimuksen voimakkaasti laajentuessa. Sitä ei kuiten-kaan ole unohdettu, vaikka sen osuus tutkimus- ja julkaisutoi-minnasta onkin paljon pienempi kuin aikaisemmin. [5]. Geofysiikan historian alalta on huomattava erityisesti Heikki Simojoen 1978 ilmestynyt autonomian aikaa koskeva merkittävä yleisesitys [6].

Oppihistoriallisista aiheista on Helsingin yliopiston matemaat-tis-luonnontieteellisessä osastossa laadittu toisen maailmanso-dan jälkeen kymmenkunta opinnäytettä, lähinnä fysiikan laitoksella [7]. Geofysiikassa ja meteorologiassa oppihistoriallisia opin-näytteitä ei tähän mennessä ole tehty. Sen sijaan useissa histo-rian, kirkkohistorian ja maantieteen opinnäytteissä sivutaan geo-fysiikan historiaa [8]. Koulutusjärjestelmämme erottaa verrattain jyrkästi toisistaan historia-aineet ja luonnontieteet, joten on helppo ymmärtää, ettei historia-aineissa suosita aiheita, jotka vaatisivat laajaa perehtymistä luonnontieteisiin. Varsinainen oppihistoria on siten jäänyt pääasiassa luonnontieteiden laitoksilla esiintyneen harrastuksen varaan.

Tämä tutkimus käsittelee suomalaisen hydrologian alkuvaiheita, 1600-luvun alusta lähtien. Tällöin ilmestyivät ensimmäiset vetä ja vesistöjä käsittelevät kirjoitukset, joiden laatija on ollut suomalainen tai Suomessa asunut oppinut. Tarkastelu päättyy 1860-lukuun, murroksen aikaan, jolloin teollistuminen alkoi asettaa uusia vaatimuksia vesistötutkimukselle. Hydrologia ei tutkitavana aikana ollut maassamme itsenäinen tieteenala, jolla olisi ollut nykyisen kaltainen institutionaalinen pohja. Niinpä pääosa aineistosta kuuluu oikeastaan lähitieteisiin: hydromekaniikkaan, hydrometeorologiaan, oseanografiaan ja insinööritieteisiin.

Suuri osa lähdeaineistosta on alkuperäisdokumentteja: dissertaatioita [9], sarjajulkaisuja [10] ja käsikirjoituksia [11]. (Muutamia aikaisemmin julkaisemattomia käsikirjoituksia on jäljennettynä otettu mukaan liitteisiin.) Aikaisempaa historian tutkimusta on käytetty hyväksi mahdollisuuksien mukaan, useimmissa tutkimuksissa pääpaino on ollut jossain muussa kuin luonnontieteessä. Varsinainen luonnontieteen historian tutkimus taas sivuuttaa usein hydrologian kokonaan, vaikka aineistoa olisi ollutkin [12].

On selvää, ettei yleiskatsaukseksi tarkoitettu opinnäytetyö voi olla kovin yksityiskohtainen. Tätä onkin pidettävä lähinnä esitutkimuksena, etenkin kun paradigmat teoriaa [13] ei tiettävästi aikaisemmin ole sovellettu hydrologian historiaan. Siksi on ennen varsinaista Suomen hydrologian tarkastelua selostettu luvussa 2 tutkimuksessa noudatettuja periaatteita ja luvussa 3 kansainvälistä taustaa keskeisen tapahtuman, pluvialistisen vallankumouksen osalta.

2. ERÄITÄ PERUSKYSYMYKSIÄ

Oppihistoriaa voidaan tutkia monella tavoin. Tarkastelun kohteeksi voidaan ottaa henkilö, koulukunta, tieteenala, menetelmä, aikakausi, yliopisto, laitos, julkaisusarja tms., ja kussakin tapauksessa voi mielenkiinto kohdistua mitä erilaisimpiin asioihin. Tässä tutkimuksessa on valittu tieteenalakohtainen lähestymistapa. Kuten kaikilla aloilla, on hydrologialla ja myös hydrologian historialla oma problematiikkansa. Seuraavassa on koottuna joitakin metodisia huomautuksia yhdeksäntoista kysymyksen muodossa. Eräät niistä ovat yhteisiä kaikelle oppihistorialle, toiset koskevat nimenomaan hydrologiaa ja sen lähialoja. Eräät nousevat Suomen erityisolosta, toiset taas ovat yleismaailmallisesti relevantteja. Kysymykset on tarkoitettu pidettäväksi mielessä tutkijaa, dokumenttia, koulukuntaa, aikakautta tms. tarkasteltaessa, niin tässä tutkimuksessa kuin mahdollisissa jatkotutkimuksissakin.

I. Mihin ja minkä nimiseen tieteenalaan tutkija ilmoittaa tutkimuksensa kuuluvan ja mihin se on luokiteltu bibliografioissa yms. kirjallisuudessa? Missä merkityksessä dokumentissa käytetään eri tieteenalojen nimityksiä, erityisesti sanoja 'hydrologia' ja 'hydrografia' [1]?

Hydrologiaan liittyviä tutkimuksia esiintyy myös mm. maantieteen, fysikaalisen maantieteen, meteorologian, hydrauliiikan ja hydrotekniikan aloihin luettujen tutkimusten joukossa. Käytetty tieteenalanimike paljastaa usein, joskaan ei aina, myös tutkimuksen näkökulman tai painopistealueen [2]. Sanavalinta voi johtua myös tiede- ja tutkimuspoliittisista syistä, sovellutuksistaan tunnetulle alalle on usein ollut helpompi saada määrärahoja. Toisaalta on esim. 'meteorologiaa' käytetty geofysikaalisten tieteiden

yleisnimityksenä, jolloin hydrologia on tietysti "meteorologian" osa-alue [3].

II. Missä määrin tutkimuksessa korostuu tutkimuskohteen alueellisuus ja sijainti, ts. missä määrin tarkastelu on korologinen?

Renqvist (1932) määrittelee hydrologian [4] maantieteen alana [5]. Väljimmät maantieteen määritelmät oikeuttavat kyllä tällaisen kielenkäytön [6], mutta klassinen traditio, joka käsittää maantieteen maanpinnan alueellisen erikoistumisen tutkimuksena [7], voi sijoittaa vain osan hydrologiasta maantieteen piiriin. Vastaavasti kaikkea hydrologiaa ei voi pitää fysiikkana. Korologisuuden asteen selvittäminen antaa mahdollisuudet rajankäyntiin tieteenalojen välillä, mutta sillä voi olla merkitystä myös tieteenalan taloudelliss-sosiaalisten kytkentöjen ja aatehistorian tutkimuksessa.

III. Onko tutkimusote analyttinen vai synteettinen?

Tätä kysymystä voidaan edellisen tavoin pitää apukeinona dokumentin sijoittamiseksi fysiikka - maantieto -akselille. Fysiikkaa voidaan pitää tyypillisesti analyttisenä tieteenä, kun taas maantiede nähdään usein synteettisenä tieteenä. Kuitenkin myös fysiikassa pyritään usein synteettisiin menetelmin kokonaiskuvan rakentamiseen. Toisaalta saatetaan korostaa modernin maantieteen analyttistä tutkimusotetta vastakohtana vanhemmalle maantiedolle. [8].

IV. Onko tutkimusote teoreettinen vai empiirinen, ovatko menetelmät deduktiivisia vai induktiivisia?

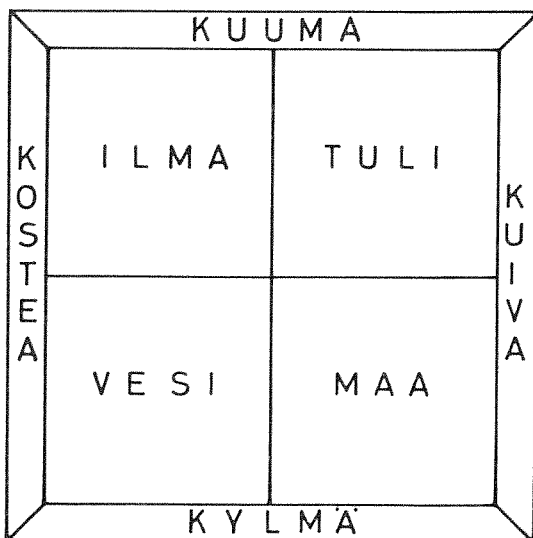
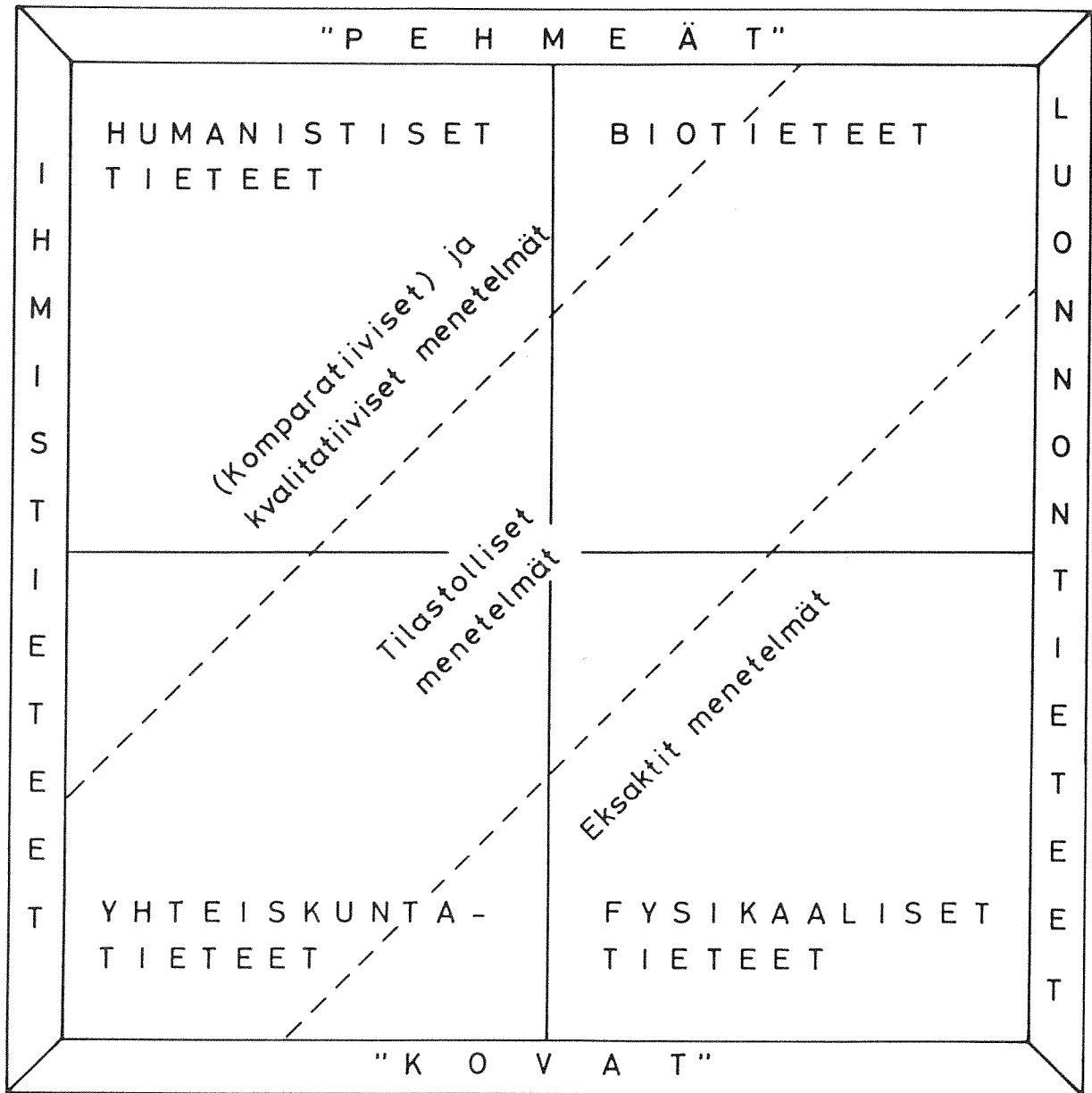
Deduktiivinen tutkimus on mahdollista silloin, kun on käytettävissä luonnonlakeja, joita soveltamalla deduktio on mahdollista suorittaa. Laajimmin on deduktiivinen menetelmä levinnyt fysi-

kassa, jossa luonnonlaeista ollaan varsin suuressa määrin yksimielisiä, kun taas mm. yhteiskuntatieteissä tutkimus on suurimmaksi osaksi kokeellista ja induktiivista. Geofysiikassa tutkitavat systeemit ovat luonnonsysteemejä ja siksi normaalisti monimutkaisempia kuin yleisen fysiikan tutkimuskohteet, mistä johtuen yleispäteviä lakeja on voitu kehittää vähemmän ja induktiivis-empiirinen tutkimusote on vallitsevampi. Tähän on vaikuttanut myös lakien kompleksisuus, deduktio voi käydä mahdottomaksi matemaattisten vaikeuksien vuoksi.

Tyypillinen luonnontieteellinen tutkimusraportti sisältää sekä teoreettisen että empiirisen osan. Lähtökohtana ovat luonnonlait sekä tapauskohtaiset alku-, reuna- ym. erityisehdot. Näistä dedukoidaan väittämiä, joita sitten testataan empiirisesti, joko aikaisemman tai kyseisessä tutkimuksessa hankitun empiirisen tiedon avulla. Tutkimusprosessin eri osien painotus voi kuitenkin olla hyvinkin erilainen, ja painopistealue määrää, onko puhuttava teoreettisesta vaiko empiirisestä tutkimuksesta.

V. Onko tutkimus kvalitatiivista vai kvantitatiivista, "pehmeää" vai "kovaa" [9]? Ovatko dokumentin keskeiset väittämät kvalitatiivisia, komparatiivisia vai kvantitatiivisia?

Fysikaalisten tieteiden eli eksaktien luonnontieteiden luonteenomaisena piirteenä on pidetty "tarkkoja" kvantitatiivisia mittauksia [10]. Dokumenteissa esiintyy myös kvalitatiivisia väittämiä, mutta niillä ei ole keskeistä asemaa. Humanistinen tutkimus taas on ollut pääosin kvalitatiivista. Kvantitatiivisia ja komparatiivisia menetelmiä on käytetty, mutta vain apuna kvalitatiivisten tulosten saamiseksi. [11]. Kvantitatiiviset menetelmät ovat siten tyypillisiä fysikaalisille tieteille, kvalitatiiviset taas humanistisille. (Kuva 1.) Varhaisissa luonnontieteellisissä julkai-



Kuva 1. (Yllä.) "Tieteiden kenttä" ja eri tieteenaloille ominaiset menetelmät.

Kuva 2. (Vasemmalla.) Alkuaineet ja niiden pääominaisuudet Aristoteleen käsityksen mukaan.

suissa menetelmät ja keskeiset väittämät olivat kuitenkin pääasiassa kvalitatiivisia. Kvantitatiivisten menetelmien läpimurto on eri tieteenaloilla tapahtunut eri aikoina: hydrologiassa tässä tutkimuksessa tarkasteltuna ajanjaksona, yhteiskuntatieteissä taas 1900-luvun puolivälissä, ja kielitieteissä murros lienee parhaillaan käynnissä. [12].

VI. Ovatko empiirisen tutkimuksen menetelmät kokeellisia vai havainnoivia?

Fysiikassa empiiristä tietoa pyritään saamaan pääasiassa kokeissa. Laboratoriossa olosuhteita voidaan säädellä ja tutkittava systeemi rakentaa mahdollisimman yksinkertaiseksi, mikä helpottaa mittauksia ja tulosten käsittelyä sekä tekee mahdolliseksi eliminoida häiriötekijät. Geofysiikassa (samoin kuin tähtitieteessä ja maantieteessä) tutkittava systeemi sen sijaan on "annettu". Muutosten tekeminen on useimmissa tapauksissa teknistä, taloudellisista tahi eettisistä syistä mahdotonta tai vaikeaa. Sitä paitsi mielenkiinto kohdistuu usein juuri "luonnontilaan" tai "vallitseviin olosuhteisiin", ja koejärjestelyt tuhoaisivat näin tutkimuskohteen. Varsinaiset kokeelliset menetelmät näissä tieteissä ovatkin epäsuoria, mm. analogiamalleihin perustuvia. Hydrologiassa on kuitenkin mahdollista käyttää myös rajoitettuja kokeiluja [13], joissa mielenkiintoisien muuttujien arvoja vaihdellaan, nimenomaan tutkimustarkoituksessa [14].

VII. Käytetäänkö empiirisen tutkimuksen kvantitatiivisten tulosten käsittelyssä tilastollisia menetelmiä? Missä määrin ja mitä tilastomenetelmiä käytetään? [15].

VIII. Käytetäänkö teoreettisessa kvantitatiivisessa tutkimuksessa matemaattisen analyysin eksakteja menetelmiä vai turvaudutaanko numeerisiin menetelmiin?

Numeeristen menetelmien käyttöönotto, leviäminen ja näistä koituvat seuraukset ovat lähinnä 1900-luvun jälkipuolen tieteenhistorian tutkimuskohde. Numeerinen analyysi ennen tietokoneiden aikaa tuli kysymykseen vain aivan yksinkertaisissa tapauksissa. Jos eksaktia ratkaisua ei löydetty, oli normaali menettely luopua perusteellisesta teoreettisesta tarkastelusta ja lähestyä aihetta empiirisesti. Jos varhaisessa dokumentissa kuitenkin on numeerinen tarkastelu, on tämä syytä panna merkille.

IX. Missä määrin tutkimuksessa pyritään ja onnistutaan saavuttamaan kausaalitietoa [16] ja missä määrin tutkimus on pelkästään fenomenografista [17]? Onko tapahtuman syystä puhuttaessa kyse vaikutussyystä (causa efficiens) vai muunlaisesta "syystä" [18] Ymmärretäänkö kausaliteetti deterministisenä vai tilastollisena [19] Kuinka pitkälle kausaaliketjua rekonstruoidaan [20]

Voidaan väittää, että tieteellisen tutkimuksen tavoitteena on aina kausaalitieto [21], olipa kyseessä sitten pyrkimys maailman ymmärtämiseen tai sen hyödyntämiseen. Maailmankuvan tulee sisältää käsityksiä ilmiöiden välisistä suhteista ja tapahtumien syistä. Toisaalta tekninen toiminta, tapahtumien ohjaaminen haluttujen päämäärien saavuttamiseksi, edellyttää tietoa toimenpiteiden vaikutuksista. Kausaaliväittämien totuuden sijasta on kuitenkin usein tyydyttävä vaatimaan niiden todennäköisyyttä tai kontingenssia: Väitetä ei pystytä todistamaan, mutta sen avulla voidaan ennustaa tapahtumia.

X. Onko tutkimuksen tiedonintressi tekninen, hermeneuttinen vai emansipatorinen [22]

XI. Onko kyseessä perustutkimus vai soveltava tutkimus?

Tämä kysymys liittyy luonnollisesti edelliseen. Perustutkimus

toimii ainakin periaatteessa ensisijaisesti hermeneuttisen (tai teoreettisen) tiedonintressin pohjalta, mutta taustalla saattaa olla myös voimakas tekninen tiedonintressi - perustutkimuksella nähdään tällöin tuotettavan tietoa soveltavan tutkimuksen "raaka-aineeksi". Soveltava tutkimus liittyy lähinnä tekniseen tiedonintressiin. Emansipatorinen tiedonintressi voi johtaa sekä perus- että soveltavaan tutkimukseen.

Esitetty typologia koskee erityisesti "yleisiä" tiedonintressejä, jotka saattavat poiketa paljonkin tutkijoiden henkilökohtaisista intresseistä [23].

XII. Onko tutkimus tai dokumentti normatiivinen vai puhtaasti deskriptiivinen [24]

XIII. Onko tutkimus paradigman mukaista normaalitiedettä [25], vai onko se laadittu esiparadigmaattisessa vaiheessa [26] tai vallankumouksellisessa tilanteessa [27]? Onko tutkimus itse vallankumouksellinen [28]? Mihin paradigmaan, tutkimusohjelmaan [29] tai tutkimustraditioon [30] tutkimus tai dokumentti kuuluu?

Paradigmateorian käyttökelpoisuus riippuu paljolti sen sovelluskohteesta [31]. Hydrologian kehitystä kuvaamaan se sopii varsin hyvin, koska alalla on tapahtunut yksi perusteellinen kuhnilainen vallankumous - jota tässä tutkimuksessa nimitetään pluvialistiseksi vallankumoukseksi - sekä useita pienempiä [32], ja toisaalta tieteenalalla on selvästi nähtävissä paradigmaattisen normaalitieteen vaiheita [33].

XIV. Millainen on tutkijan hydrologinen maailmankuva?

"Hydrologinen maailmankuva" tarkoittaa tässä käsitystä veden

olemuksesta ja ominaisuuksista, hydrologisesta syklistä eri osaluokkain ja erityisesti valunnan synnystä. Kyseessä on siis todellisuuskäsitys hydrologian tarkastelemien asioiden osalta. Siinä on syytä sisällyttää kvalitatiivisten käsitysten lisäksi myös kvantitatiivisia käsityksiä eri ilmiöiden suuruusluokkasuhteista.

- Maailmankuvan muutos on olennainen osa myös paradigman muutosta, ja itse asiassa sen esiintyminen on yksi kriteeri, jonka perusteella varsinainen vallankumouksellinen muutos voidaan erottaa pelkästä paradigman uudelleen formuloinnista tai "uudelleenartikuloinnista", joka Kuhnin mukaan on normaalitiedettä.

XV. Millainen on tutkijan suhde yliopistoon ja muihin tieteen instituutioihin ja yleensä poliittisiin, taloudellisiin, sosiaalisiin, aatteellisiin sekä uskonnon ja taiteen instituutioihin? Millainen on yleinen kulttuuri-ilmapiiri, millaiset suhteet eri instituutioiden välillä vallitsevat ja miten ne vaikuttavat tutkijan toimintaan?

Uuden ajan oppihistoriassa keskeinen instituutio on yleensä yliopisto. Näin on myös suomalaista hydrologiaa tutkittaessa. Tärkeitä ovat myös akatemian ympärille syntyneet tieteelliset seurat ja eräät muut järjestöt [34], sekä maanmittaus- ja vesiviranomaiset [35]. Maailmankuvaa ja pitäjätason tapahtumia seurattaessa on syytä kiinnittää huomiota evankelisluterilaiseen kirkkoon [36].

Oppihistoriallisesti erittäin mielenkiintoinen on yliopiston ja muiden tieteen instituutioiden suhde. Tieteen edistysaskeleet on usein astuttu yliopistojen ulkopuolella, mihin voi olla useita syitä. Hedelmällinen kysymyksenasettelu voi olla luonteeltaan käytännöllinen ja tekninen, jolloin yliopiston teoreettinen ja akateeminen ilmapiiri ei ole paras mahdollinen. Usein on kyse

resursseista, joita on helpommin saatavissa yliopiston ulkopuolelta. Mutta yliopistot voivat myös käydä vanhoillisiksi paradigman lujiksi linnakkeiksi, jolloin uusien ajatusten on etsittävä elintilaa muualta.

Erityisen tärkeää on seurata tiedeinstituutioiden käyttäytymistä vesistöjen eri käyttömuotojen ristiriitatilanteissa. Voimakkaita ristiriitoja syntyi 1700-luvun puolivälin jälkeen koskenperkaustoiminnan laajentuessa, ja niissä tuotiin esiin myös hydrologisen tutkimuksen tarve [37]. Ristiriitojen ja niihin liittyvien tiede- ja tutkimuspoliittisten ratkaisujen historiallinen tutkimus voi antaa arvokasta tietoa meidänkin aikamme tiedepoliittista suunnittelua varten.

Tiedeinstituutiot on otettava huomioon myös tieteen systematiikassa. Turun akatemiassa oli vähän oppituoleja [38], joten professorit joutuivat huolehtimaan varsin monista tieteenaloista ja saattoivat toisaalta valita melko vapaasti tutkimustyönsä kohteen. Usein se liittyi alaan, joka oikeastaan olisi kuulunut toisen oppituolin haltijalle [39]. Hydrologian tutkijoita saattaa löytää hyvinkin yllättävien oppiaineiden parista [40].

XVI. Onko tutkimus autonomista vai yhteiskuntasidonnaista?

Voi olla varsin vaikea selvittää, onko tutkimuskohteen määrännyt tieteenharjoittaja itse, tiedeinstituutio vaiko tieteen ulkopuoliset tahot. Näennäisesti toiminta perustuu yleensä yhteisymmärrykseen eri osapuolten välillä. Mielenkiintoisia ovat erityisesti konfliktitilanteet ja tavat, joilla tieteenharjoittaja ja hänen vastapuolensa yrittävät niistä selviytyä. Kyseessä on usein, joskaan ei välttämättä aina, eri tiedonintressien välinen ristiriita [41].

XVII. Esiintyykö dokumentissa luonnonsuojelullisia näkökohtia ja kannanottoja? Onko kyse ympäristötutkimuksesta [42]

XVIII. Tuleeko dokumentissa esiin "kansallisen luonnontieteen" näkökulma [43]

XIX. Mikä osuus tutkimustoiminnassa on harrastelijoilla, jotka eivät ole saaneet tieteellistä koulutusta? Mikä on sivistyneistön ja mikä rahvaan merkitys? Voidaanko puhua "paljasjalkatieteestä"?

Geofysikaalinen havaintotoiminta käynnistyi maassamme vapaaehtoisin voimin, joko havaitsijoiden omasta aloitteellisuudesta johtuen tai erilaisten vetoomusten innostamana. Havaitsijat olivat maaseudulla tavallisesti säätyläisiä, kuten pappeja ja upseereita, tai heidän alaisiaan. "Paljasjalkatieteestä" voidaan puhua silloin, kun havaitsija, joka ei ole saanut tieteellistä koulutusta, harjoittaa toimintaansa omaehtoisesti ja ilman ohjausta, tai kun hän analysoi tuloksiaan itse [44].

Esitetyt yhdeksäntoista kysymystä eivät tietenkään kata kaikkea, mikä on tutkimuksen kannalta relevanttia [45]. Kysymyksenasettelun määrää lopulta kukin yksityinen dokumentti erityispiirteineen. Toisaalta kaikki yhdeksäntoista kysymystä eivät ole relevantteja jokaisen dokumentin tarkastelussa. Ne onkin ymmärrettävä lähinnä heuristisinä eikä kaiken kattavana analyysikaaviona. Jos jokin näkökulma osoittautuu hedelmälliseksi, voidaan sitä luonnollisesti kehittää edelleen. Historia on monimuotoinen eikä sitä voi pakottaa yhden tai useamman käsitteen muottiin, ellei se siihen itse luontevasti asetu. Siksi menetelmienkin suhteen on sallittava monimuotoisuus.

3. KANSAINVÄLISTÄ TAUSTAA

3.1. Semipluvialismi

Modernin luonnontieteellisen ajattelun läpimurto Euroopan sivistyskeskuksissa oli pitkäaikainen prosessi. Tärkeimmät murrokset tapahtuivat 1600-luvulla, 1500-luku oli vielä jokseenkin täysin skolastisen luonnonfilosofian aikaa. Antiikista kulttuurivaikutteita ammentanut renessanssi tosin oli monipuolistanut skolastii-
kan aristotelista traditiota, mutta pääpiirteet olivat entiset. Uskonpuhdistus taas pirstoi keskiajan katolisen yhtenäiskulttuurin useaan osaan, jotka kuitenkin luonnonfilosofian puolesta olivat varsin samankaltaiset. [1]. Hydrologia oli osa tätä skolastista traditiota.

Luonnonopin asema keskiajan kulttuurissa oli jokseenkin periferinen. Filosofia nähtiin "teologian palvelijattarena" (ancilla theologiae), jolloin luonnonfilosofian tehtävänä oli saattaa ihmiset ymmärtämään Jumalan olemusta hänen luomistekojensa perusteella. Tiedonintressi oli siis lähinnä hermeneuttinen, ajatus teknisten sovellusten etsimisestä oli vieras. Samoin puuttui empiirinen lähestymistapa, tietoa saatiin lähinnä kontemplaation keinoin ja antiikin filosofien teoksia tutkimalla. Raamatun ohella suurin auktoriteetti oli varsinkin tomismin valta-alueilla [2] Aristoteles.

Antiikista peritty käsitys, jonka mukaan vesi on yksi alkuaineista [3], hyväksyttiin yleisesti oppineiden keskuudessa. Tulen, samoin kuin viidennen alkuaineen, "taivaan" eli "eetterin", asemasta kiisteltiin [4], vesi sen sijaan oli kiistatta alkuaine. [5]. Alkuaineiden katsottiin voivan muuttua toisikseen [6], mikä selitti nykyisin olomuodon muutoksina tunnetut ilmiöt. Vesi, joka

on kylmä ja kostea alkuaine, voi muuttua kuumuuden vaikutuksesta kuumaksi ja kosteaksi ilmaksi, ja ilma vastaavasti kylmyyden vaikutuksesta vedeksi. Samoin voivat maa ja vesi muuttua toisikseen. (Kuva 2, s.13)

Veden spatiaalista esiintymistä koskevia käsityksiä jäsensi ptolamaiolainen näkemys, jonka mukaan maa on universumin keskus, josta aurinko ja muut taivaankappaleet kiertävät. Kaikki tiesivät, että vettä oli merissä, järvissä ja joissa, samoin maan alla, josta se tuli esiin lähteissä, ja myös ilmakehässä, viimeistään silloin, kun vesipisarat putosivat sateena maata kohti. Kiistanalaisista sen sijaan oli, onko vettä myös "taivaanvahvuuden päällä" [7] ja syvällä maan uumenissa [8]. Näistä paikoista ei ollut käytettävissä kokemustietoa, vaan ainoastaan oppineiden keskenään riskitiriitaisia käsityksiä.

Veden liikkeistä oli niin ikään erilaisia käsityksiä. Jokainen saattoi nähdä, että sade putosi taivaalta maan pinnalle, että maan uumenista kumpusi lähdevettä ja että vesi virtasi puroista jokiin ja edelleen mereen. Vesi liikkui siis ilmassa ja maan pinnalla aina alaspäin. Tämä nähtiin luonnollisena: vesi on raskas alkuaine, ja raskaat kappaleet pyrkivät aina "luonnostaan" alaspäin. [9]. Samoin oli kaikkien nähtävissä, että meren pinta ei jatkuvasti noussut, vaikka joet toivat siihen koko ajan uutta vettä [10]. Filosofien oli siis selitettävä, minne vettä katosi merestä, ja mistä sadevesi ja lähdevesi olivat peräisin.

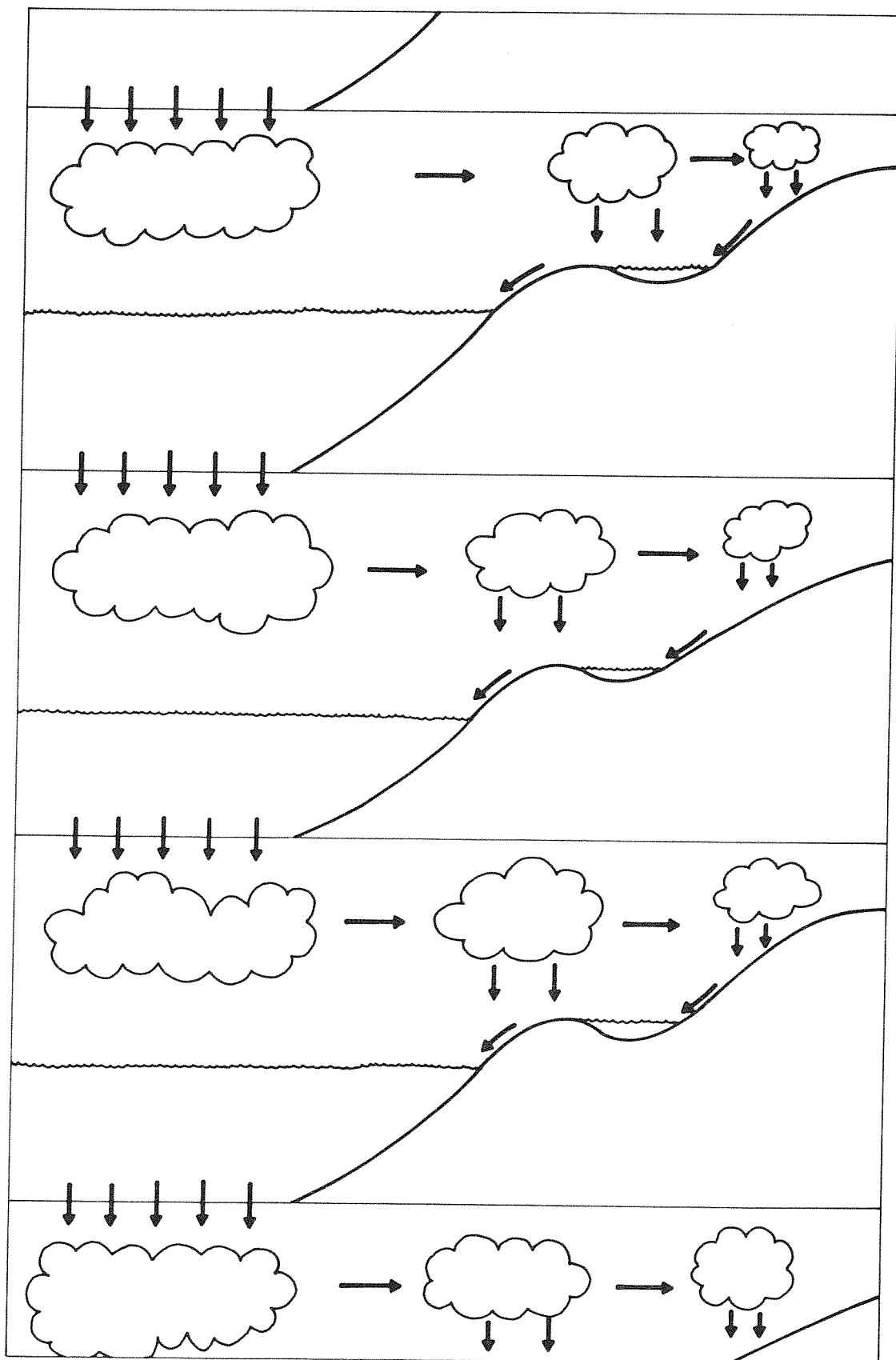
Selityksiä oli useita erilaisia. Ne olivat kaikki syklisiä, kaikissa edellytettiin, että sadevesi ja lähdevesi ovat samaa ainetta kuin se, joka aikanaan poistui merestä. Syklin ajatus ei ole itsestään selvä, keskiajan maantieteelliset tiedot eivät olisi

sulkeneet pois esim. kuvan 3 (s.23) kaltaista käsitystä maailmasta. [11]. Syklisen hydrologisen maailmankuvan kannalla olivat kuitenkin sekä Raamattu [12] että tärkeimmät antiikin ajattelijat [13].

Nykyisin pidetään selvänä, että vettä poistuu merestä haihtumalla eikä juuri muulla tavoin, että haihtunut vesi palaa maan pinnalle sateena (tai lumenä, kasteena tms.) ja että lähdevesi on maahan imeytynyttä sadevettä (tai lumen ja jään sulaessa syntynyttä vettä, joka tapauksessa ns. ilmavettä). [14]. Tällaista kuvan 4 (s.25) mukaista käsitystä hydrologisesta syklistä nimitetään seuraavassa pluvialismiksi [15]. Nykyisin se on osa paradigmaa, mutta antiikin Kreikassa ja Roomassa samoin kuin keskiajalla se oli yksi oppi muiden joukossa, eikä suinkaan suosituin. Pluvialistit olivat pieni vähemmistöryhmä ainakin filosofien joukossa. [16].

Sadeveden alkuperä oli selvästi meressä haihtuneissa höyryissä, jotka yläilmoihin noustessaan muodostivat pilviä. Haihtumisen syyksi nähtiin ennen muuta auringon lämmittävä vaikutus [17], joka sai veden muuttumaan ilmaksi ja kohoamaan ylöspäin. [18]. Pilvissä taas ilma muuttui vedeksi, joka muodosti pisaroita ja putoi sateena maahan. Ongelmaksi tuli ennen kaikkea lähdeveden alkuperä. Enemmistön, semipluvialistien [19] mielestä sadevesi ei voinut muodostaa kaikkea sitä vettä, joka lähteistä purkautuu [20].

Semipluvialistisista teorioista on pluvialismia lähimpänä Aristoteleen käsitys, jonka mukaan lähdevesi syntyi ilman muuttuessa vedeksi suurissa maanalaisissa luolissa ja kammioissa (kaverneissa) [21]. Aristoteles myönsi, että sadevesi pitää yllä eräitä periodisia lähteitä, mutta pääosa lähteiden ja jokien vedestä on kuitenkin

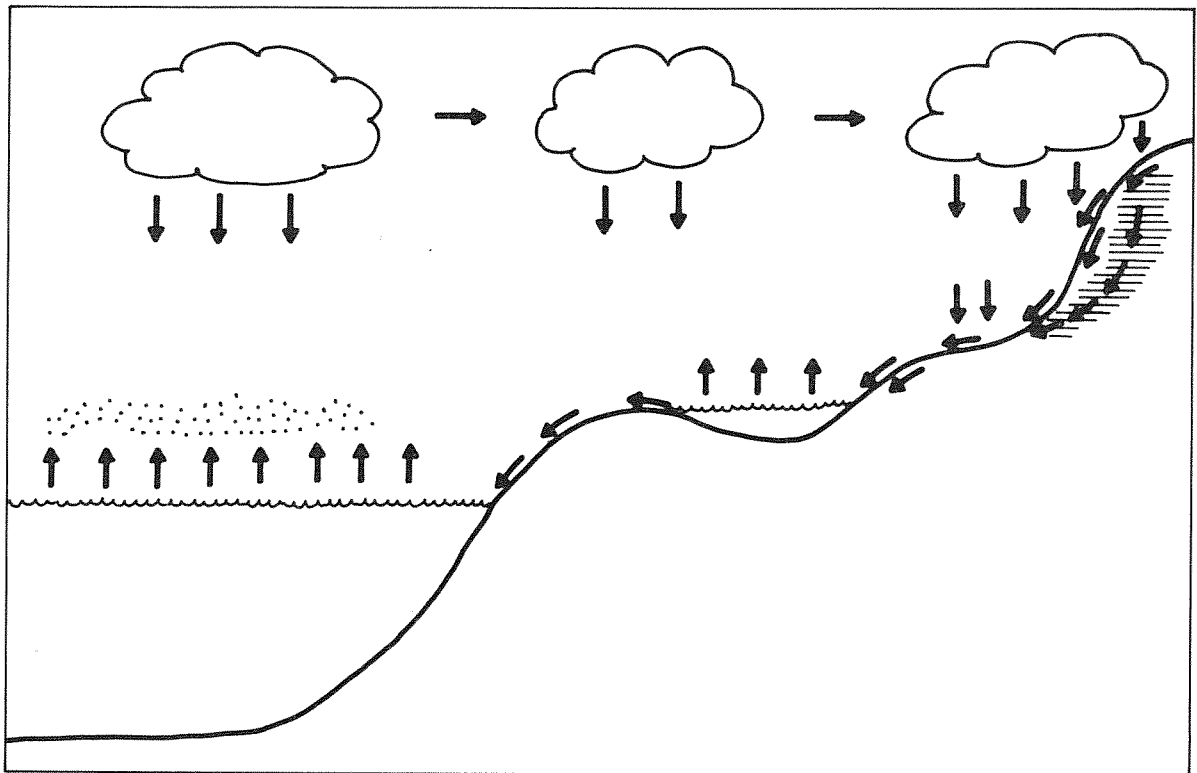


Kuva 3. Esimerkki ajateltavissa olevasta ei-syklisestä hydrologisesta maailmankuvasta. Vesi tiihkuu ylemmän maailman meren pohjasta alla odottavaan pilveen, siitä edelleen sateena maahan, valuntana mereen ja jälleen pohjan läpi alempaan maailmaan jne.

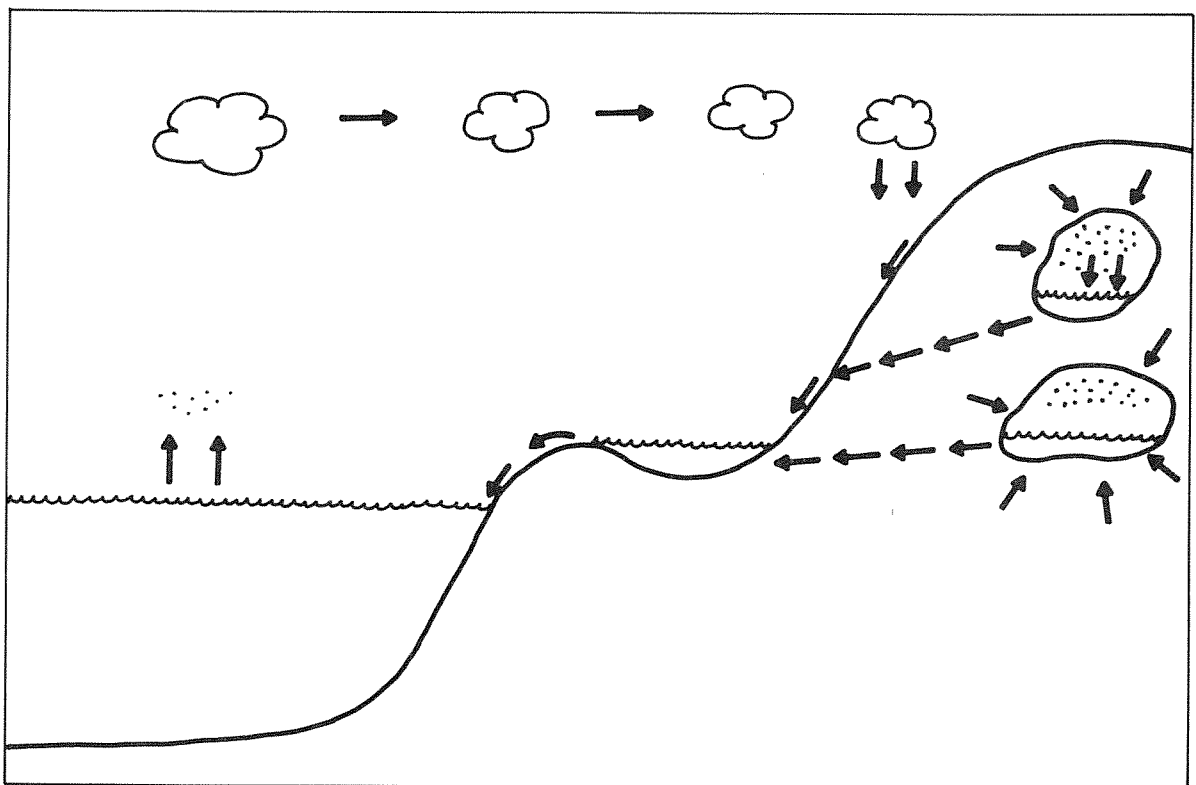
kin peräisin muualta kuin sateista. Hänen mielestään oli mahdollonta, että ilmakehässä voisi niin suuria määriä ilmaa muuttua vedeksi kuin mitä jokien vesimäärä edellyttäisi. Ilma ei näet luonnostaan lämpimänä alkuaineena voisi pitää yllä tarvittavaa kylmyyttä. Sen sijaan maan uumenissa on kylmää, ja koska ilma täyttää kaiken tyhjän tilan muiden alkuaineiden välissä [22], pääsee se tunkeutumaan kaikkiin maan sisässä oleviin onkaloihin. Näissä onkaloissa ilma kylmyyden vaikutuksesta muuttuu vedeksi, joka sitten tulee esiin maan pinnalle lähteissä. (Kuva 5, s.25) Erityisen kylmää on suurten vuorimassiivien sisällä, joten lähteitä on erityisen runsaasti vuorten rinteillä ja juurilla. [23].

Huolimatta Aristoteleen yleisestä auktoriteettiasemasta skolastiikassa ei hänen teoriansa lähteiden synnystä juuri saavuttanut kannatusta [24]. Monien mielestä oli nimittäin mahdotonta, että maan sisuksissa olisi niin isoja kammioita kuin Aristoteles edellytti. [25].

Platon esitti Faidon-dialogissaan [26] oman lähdeveden alkuperää koskevan käsityksensä, jolla myös oli jossain määrin kannatusta myöhemmin eläneiden filosofien keskuudessa [27]. Sen mukaan vesi virtaa merestä valtavaan maanalaiseen säiliöön, Tartarukseen, ja sieltä edelleen lähteiden syntysijoille. (Kuva 6, s.27) . Aristoteles vastusti tätä Platonin käsitystä [28], mikä ilmeisesti vähensi sen mahdollisuuksia saavuttaa suosiota myöhäiskeskiajalla. 1500- ja 1600 -luvulla kehitettiin kuitenkin teorioita, jotka olivat lähinnä synteesejä Aristoteleen ja Platonin näkemyksistä [29]. Esim. Rene Descartes'n käsityksen mukaan vesi valuu aluksi suuriin maanalaisiin kammioihin, joissa se höyrystyy kuumuuden vaikutuksesta. Meriveden suola jää kammioden pohjalle, höyry taas nousee maan viilleimpiin pintakerrokseen ja tiivistyy,



Kuva 4. Pluvialistinen käsitys lähdeveden synnystä.
Pohjavesi on maahan imeytynyttä sadevettä.



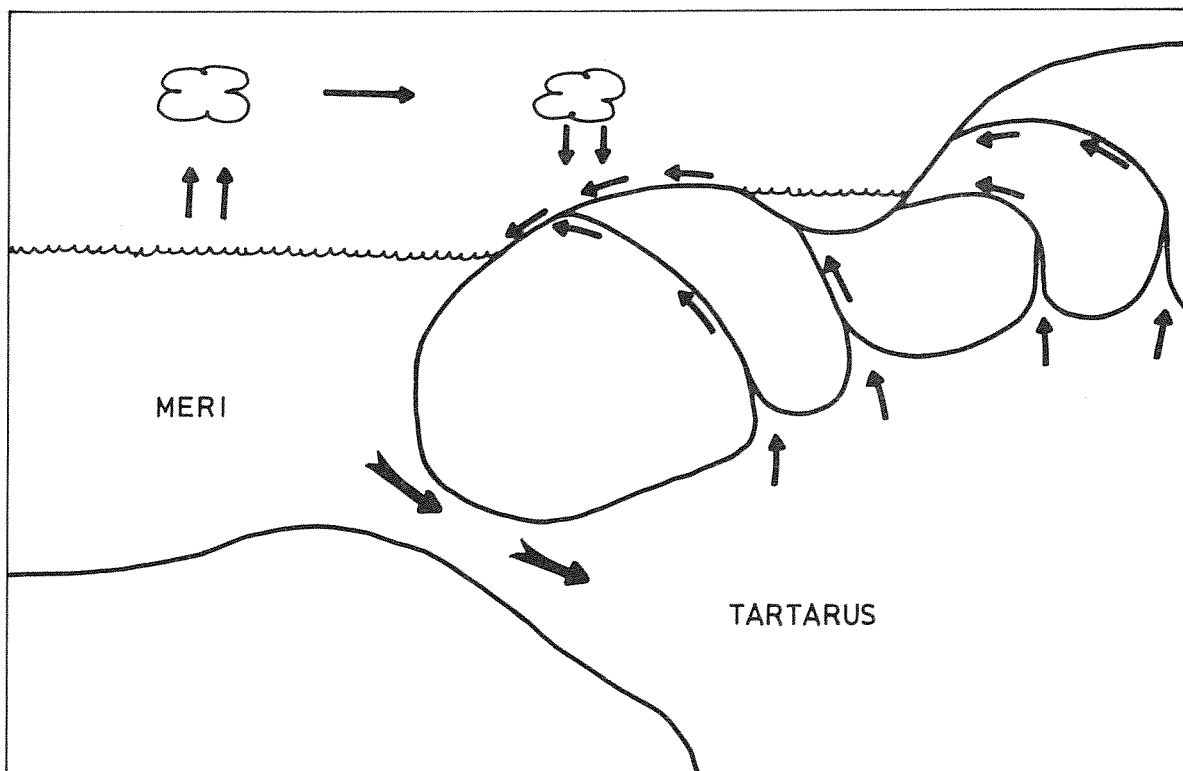
Kuva 5. Aristoteleen käsitys lähdeveden synnystä. Ilma muuttuu vedeksi kylmyyden vaikutuksesta maanalaisissa onkaloissa.

jolloin syntyy lähdevettä [30]. (Kuva 7, s.27).

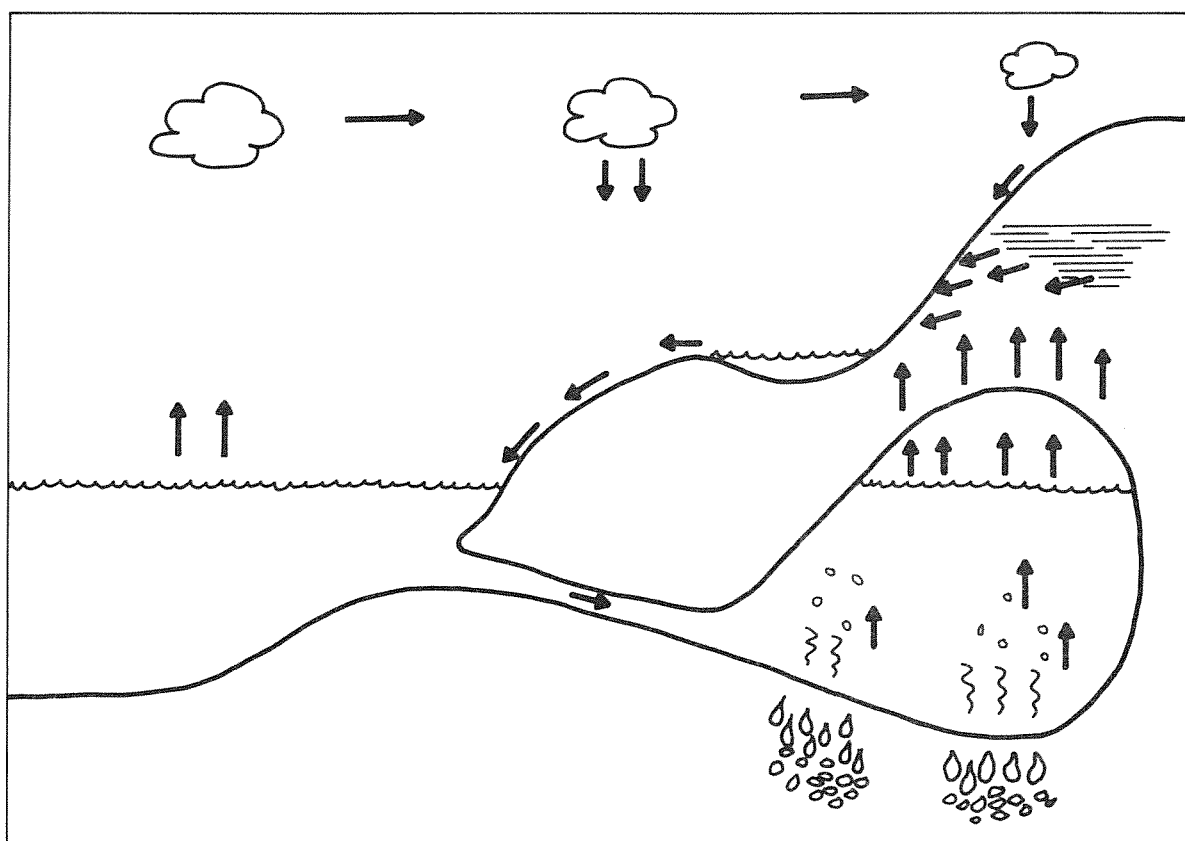
Suosituin semipluvialistinen teoria oli kuitenkin arterialismi [31], jonka mukaan vesi kulkeutuu merestä lähteiden alkusijoille maanalaisia tiehyeitä pitkin (kuva 8, s.28). Suola suotautuu pois veden kulkiessa maakerrosten läpi, joten lähdevesi on makeaa, paitsi suolalähteissä, jotka saavat vetensä joko avaria tiehyeitä pitkin suoraan merestä tai suolakerrosten läpi kulkeneista maan veden tiehyeistä. Arterialismikin tunnettiin jo antiikissa, sitä kannattivat mm. Plinius vanhempi [32] ja Lucretius Carus [33].

Renessanssin aikana suosituksi tullut ajatus mikrokosmoksen ja makrokosmoksen samankaltaisuudesta [34] sopi erinomaisesti yhteen arterialismin kanssa. Tiehyeiden, joita pitkin vesi kulkee merestä lähteisiin, ajateltiin vastaavan ihmisruumiin verisuonia. Hydrologinen sykli on siis makrokosmoksen verenkierto, jossa verta vastaa vesi ja verisuonia vastaavat vesisuonet. Tätä oppia kannattivat mm. Leonardo da Vinci [35] ja Johannes Kepler, joka kehitti mikrokosmosanalogian ehkä pitemmälle kuin kukaan muu [36]. 1600-luvulla arterialismin suurimmaksi auktoriteetiksi nousi jesuiittaprofessori Athanasius Kircher. Hän yritti selvittää mekanismia, jolla vesi nousee merestä lähteiden alkusijoilla oleviin vesisäiliöihin (hydrophylacia) ja päätyi ehdottamaan vuorovesi-ilmiötä sekä maanalaisen tulen lämmittävää vaikutusta. [37]. Myöhemmin, 1700-luvun alussa, selitykseksi tarjottiin vielä kapillaari-ilmiötä [38].

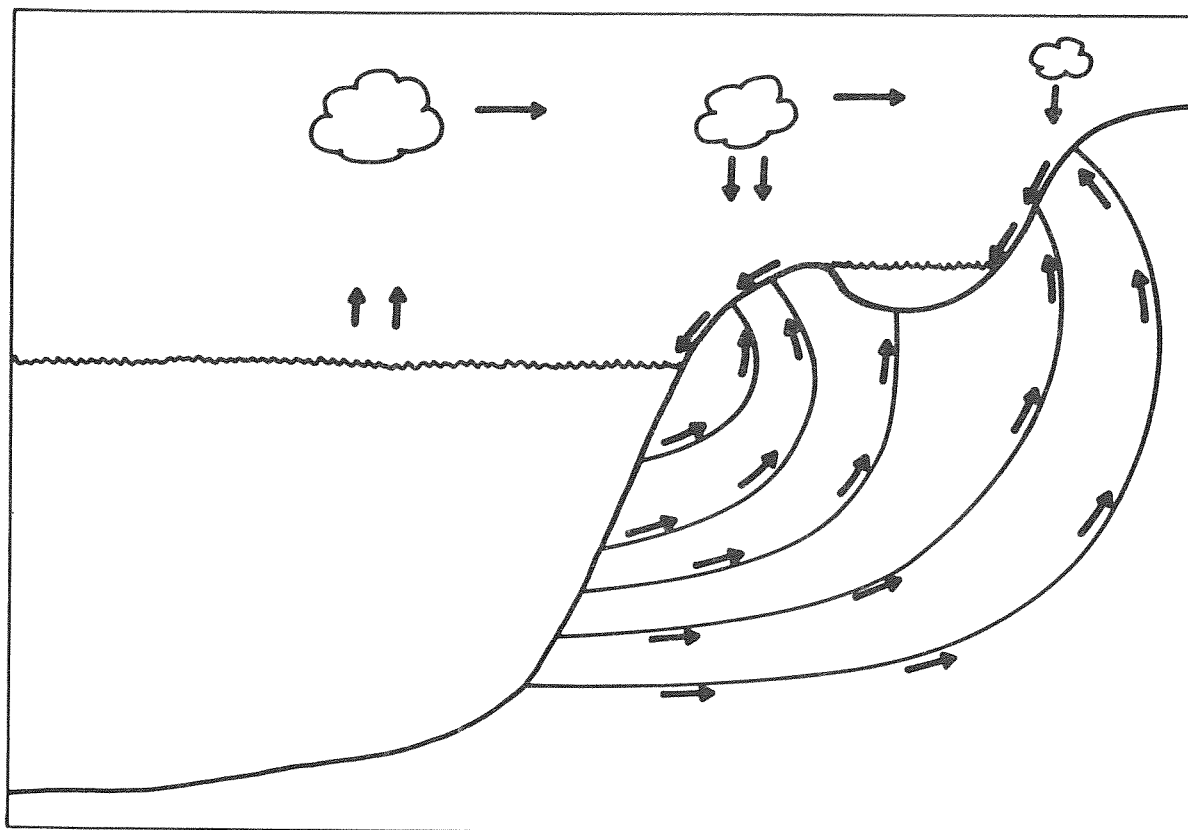
Arterialismi ei lopulta pystynyt tyydyttävällä tavalla selittämään, miten vesi, joka muutoin virtasi alaspäin, olisi maan sisällä noussut ylöspäin. Vakuuttavia eivät olleet myöskään erilaiset yhdistelmäteoriat, joita uuden ajan ensimmäisinä vuosisatoina



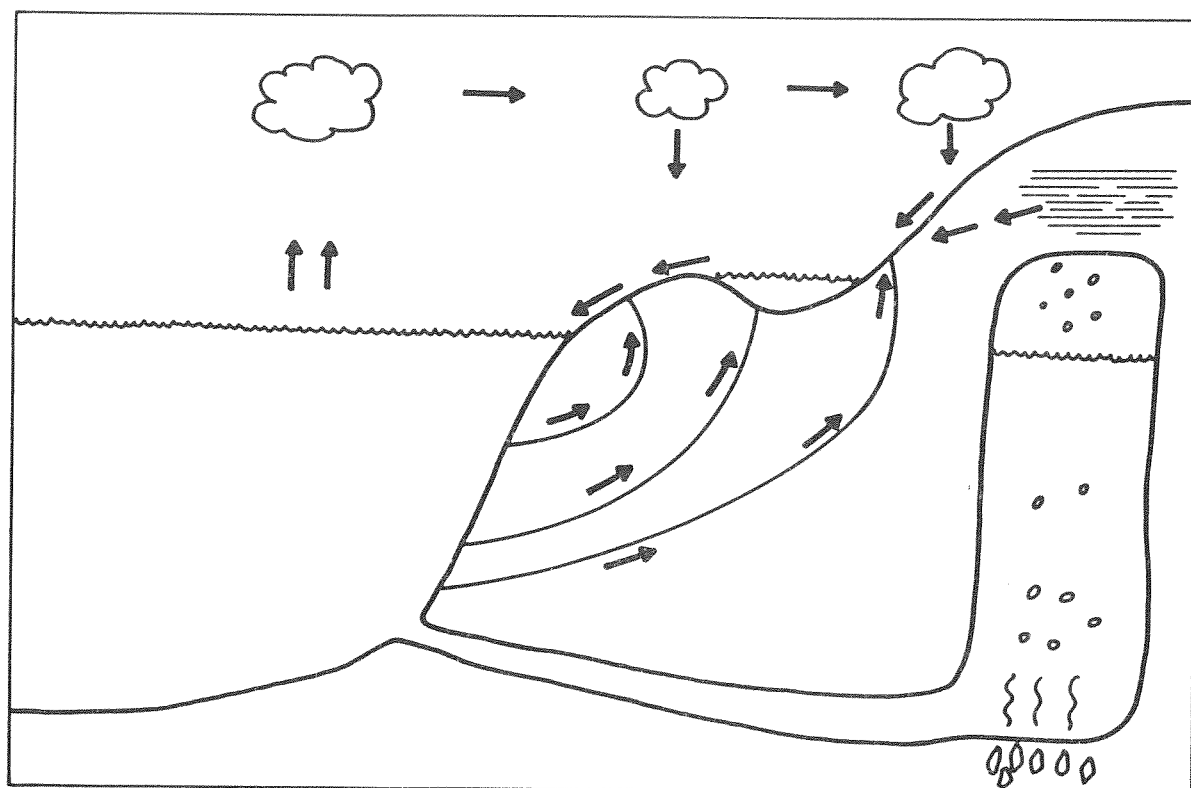
Kuva 6. Platonin Faidon-dialogin käsitys lähdeveden synnystä. Vesi virtaa merestä suureen maanalaiseen säiliöön, Tartarusiin, ja sieltä edelleen lähteisiin.



Kuva 7. Descartes'in käsitys lähdeveden synnystä. Vesi virtaa merestä maanalaiseen säiliöön, jossa se höyrystyy maanalaisen tulen vaikutuksesta, nousee maan viileään pintakerrokseen, tiivistyy ja tulee ulos lähteistä.



Kuva 8. Arterialistinen käsitys lähdeveden synnystä. Merivesi kulkeutuu maanalaisia vesisuonia pitkin lähteisiin.



Kuva 9. Esimerkki semipluvialistisesta yhdistelmäteoriasta.

kehitettiin useita. [39]. Yhtä vähän vakuuttava oli pluvialismi. Kontemplaation keinoin ei enää päästy etenemään. Vasta empiirinen lähestymistapa ratkaisi vuosituhansia vanhan ongelman hydrologisen syklin rakenteesta.

3.2. Pluvialistinen vallankumous

1600-luku oli modernin luonnontieteellisen ajattelun läpimurron aikaa. Vuosisadan alkupuolen suuri hahmo Galileo oli vielä tiedeyhteisön toisinajattelija, jolla tosin oli paljon kannattajia. Viisikymmentä vuotta myöhemmin oli Isaac Newton jo uuden, vallassa olevan ajattelutavan johtava edustaja. Kehityksen kärjessä olivat tähtitiede sekä mekaniikan eri alat, mm. hydrostaatiikka. [40]. Samalla joutuivat semipluvialistiset maailmankuvat kriisiin. Arterialistiset vedennousuteoriat nähtiin nyt epäfysikaalisina, mutta evaporaatiollekaan ei ollut uusia vaatimuksia tyydyttävää fysiikaalista selitystä.

Hydrologisen syklin ongelmaa koskeva keskustelu oli erittäin vilkasta. [41]. Useimmat puheenvuorot olivat edelleen spekulatiivista luonnonfilosofiaa, mutta empiiriselle tutkimukselle oltiin nyt paljon avoimempia kuin aikaisemmin. Samalla olivat tekniset valmiudet kehittyneet. Italialainen Benedetto Castelli rakensi 1630-luvulla Euroopan tietävästi ensimmäisen sademittarin. [42]. Castelli oli uranuurtaja myös virtaaman mittauksessa, hän formuloi 1628 ensimmäisenä selvästi virtaaman riippuvuuden nopeudesta [43]. 1600-luvun puolivälissä osattiin siis periaatteessa mitata sekä sadantaa että virtaamaa. Menetelmät olivat tosin hyvin epätarkkoja ja havainnot satunnaisia [44].

Vuonna 1674 ilmestyi Pariisissa anonyymien tekijän kirja "De l'origine des fontaines" [45]. Siinä osoitetaan havaintojen pe-

rusteella, että erään Seinen latvapuron valuma-alueelle [46] sataa vuodessa vesimäärä, joka on noin kuusinkertainen verrattuna alueelta vuodessa virtaavaan vesimäärään. Näin osoittautui, että sadevesi riittää varsin hyvin alueen lähteiden ja purojen ylläpitämiseen, ja tekijä päätteli, että samalla tavoin olisi muualakin, kaikkialla maailmassa. Tästä anonyymistä kirjoituksesta lähti käyntiin pluvialistinen vallankumous, hydrologian historian suuri murros. [47]. Myöhemmin on osoitettu, että kirjan tekijä oli ranskalainen laki- ja talousmies Pierre Perrault [48].

Perrault ei kerro, millaista laitetta hän käytti sateen mittaukseen. Hän ilmoittaa vain, että alueelle sataa vuodessa keskimäärin $19\frac{1}{3}$ tuumaa [49] (n. 520 mm). Virtaaman hän arvioi vertaamalla tutkimaansa aluetta erääseen toiseen valuma-alueeseen, jonka keskimääräinen lähtövirtaama tunnettiin, ja olettamalla valumat yhtäsuuriksi. Menetelmä oli karkea, pinta-alatkin arvioitiin valuma-alueen pituuden ja keskimääräisen leveyden tulona. [50].

Perrault'n kirja tuli pian tunnetuksi ja väittelyn aiheeksi teellisissä piireissä. Vähintään yhtä tärkeä oli kuitenkin hänen maanmiehensä, apotti Edmé Mariotten 1686 postuumina ilmestynyt teos "Traite du mouvement des eaux et des autres corps fluides". [51]. Mariotte selostaa pitkään ja huolellisesti sekä pohjaveden syntyä [52] että omia mittauksiaan. Hän mittautti pluviometriä käyttäen sademäärää noin kolmen vuoden ajan Dijonissa, Seinen latvoilla, ja sai keskimääräiseksi vuosisadannaksi 17 tuumaa (460 mm). Virtaaman mittauksessa hän käytti pintakohoa, jonka ajalehtimisnopeutta mitattiin heilurikellolla. Mariotte osoitti, että virtaus on pinnalla suurempi kuin lähellä pohjaa [53] ja keskellä uomaa suurempi kuin rannoilla, joten keskimääräinen virtausnopeus oli ilmeisesti arvioitava pienemmäksi kuin havaittu. Valuma-alue oli

pinta-alaltaan noin 40 kertaa suurempi kuin Perrault'n käyttämä [54]. Tulokset olivat samaa luokkaa: sadanta oli varovaisestikin arvioiden yli kuusi kertaa suurempi kuin valuma. [55].

Englantilainen Edmond Halley täydensi 1600-luvun lopulla hydrologisen syklin rakenteen selvittänyttä tutkimusohjelmaa ottamalla haihdunnan kvantitatiivisen tutkimuksen kohteeksi. Hän mittasi astiahaihduntaa [56], arvioi tämän perusteella haihdunnan meristä, vertasi sitä jokien tuomaan vesimäärään ja totesi, että merestä haihtuva vesi riittää varsin hyvin muodostamaan koko valunnan [57].

Pluvialismi nousi Perrault'n, Mariotten ja Halley'n tutkimusten ansiosta pian johtavaan asemaan ja syrjäytti 1700-luvun kuluessa kokonaan semipluvialistiset kilpailijansa. [58]. Tämä ei kuitenkaan tapahtunut ilman vastarintaa. Vaikka empiirinen ja kvantitatiivinen tutkimus nyt myönnettiin oikeaksi tavaksi hankkia tietoa luonnonilmiöistä, eivät monet halunneet luopua vanhoista semipluvialistisista opeista. Pluvialismi pyrittiin osoittamaan vääräksi mm. kokeellisesti [59], ja 1713 julkaisi englantilainen Derham vielä uuden arterialistisen hypoteesin, jonka mukaan veden nousu maanalaisissa suonissa johtuu kapillaari-ilmiöstä. [60]. Suomessa semipluvialistisia ajatuksia esitettiin vielä 1700-luvun puolivälin jälkeen (luku 5).

Pluvialistisen vallankumouksen tuloksena syntyi hydrologiassa ensimmäisen kerran varsinainen paradigma. Hydrologinen maailmankuva oli nyt muotoutunut suunnilleen nykyisen kaltaiseksi - olkoonkin, että eräitä hydrologisen syklin tärkeimpiä prosesseja koskevat käsitykset ovat täysin muuttuneet. [61]. Tärkeintä oli, että ilmiöitä pyrittiin nyt tarkastelemaan empiirisesti ja kvantitatiiv-

visesti, ja että jokaista hydrologisen syklin vaihetta oli mahdollista tällä tavoin tutkia. - Pluvialismin pohjalle rakentunutta paradigmaa, sen kehitystä ja normaalitiedettä ei tässä ryhdytä selostamaan, koska alan kirjallisuutta on riittävästi tarjolla. [62].

4. ESIPLUVIALISTINEN AIKA - HYDROLOGIA SUOMESSA 1600 - 1720

4.1. Hydrologia ennen Turun Akatemiaa. Sigfrid Aronus Forsius

Ensimmäiset tunnetut suomalaisen hydrologian dokumentit ovat 1600-luvun alusta. Hydrologian historian kirjoittaminen voitaisiin aloittaa jo huomattavasti varhaisemmasta ajasta perehtymällä kansanperinteen vettä ja vesistöjä koskevaan aineistoon, mikä kuitenkaan ei ole tässä tutkimuksessa ollut mahdollista. Toisaalta voitaisiin yrittää rekonstruoida skolastiikan luonnonfilosofian kanssa tekemisiin joutuneen sivistyneistön osan hydrologista maailmankuvaa tarkastelemalla niitä yliopistoja, joihin opinkäynti pääasiassa suuntautui [1], tai perehtymällä eri luostariveljistöjen vaalimiin opillisiin traditioihin [2]. Tärkeämpää on kuitenkin selvittää maan omaa tieteenhistoriaa sen dokumenttien perusteella.

Suomi sai reformaatiota seuranneen vuosisadan aikana (n. 1540-1640) tärkeimmät kulttuurivaikutteensa emämaa Ruotsin ohella Saksasta. Akateemiseen sivistykseen pyrkivät opiskelivat pääasiassa Saksan luterilaisissa yliopistoissa sekä Uppsalassa. [3]. Yliopistot oli järjestetty paljolti Philipp Melanchthonin [4] ajatusten mukaan, mikä luonnonopin osalta merkitsi eräänlaista "lievennettyä skolastiikkaa" [5]. Renessanssin hengen mukaisesti harrastet-

tiin keskiajan latinan sijasta klassista latinaa, jolloin myös antiikin filosofien teokset tulivat aikaisempaa tutummiksi. [6].

Uskonpuhdistuksen ajan suomalaiset oppineet eivät juuri harrastaneet luonnonfilosofiaa, sikäli kuin heidän julkaisuistaan voi päätellä. [7]. Ainoa ja sitäkin merkittävämpi poikkeus oli "maamme ainoa renessanssioppinut" Sigfrid Aronus Forsius [8], jonka 1611 valmistunut, painattamatta jäänyt tutkielma "Physica, eller Naturlighe tings Qualiteters och Egendomars beskrijuelse" [9] sisältää katsauksen suunnilleen kaikkeen, mitä tuon ajan luonnonfilosofiassa oli tapana käsitellä. Hydrologian kannalta tärkeimmät ovat viides kirja, joka käsittelee ilmaa, ja kuudes kirja, jonka aiheena on vesi.

Forsiuksen mukaan maailma koostuu neljästä alkuaineesta: taivaasta, ilmasta, vedestä ja maasta. [10]. Karkeimmat ja raskaimmat alkuaineet, maa ja vesi, ovat keskimmäisenä ja muodostavat yhdessä pallon muotoisen kappaleen. Sen ympärillä on ilma niin ikään pallon muotoisena kappaleena, ja uloimpana on taivas, alkuaineista kevein, hienoin ja läpikuultavin. Maailma muistuttaa siis sipulia, tai paremminkin munaa. Alussa maa muodosti oman pallonsa, jota vesi ympäröi, mutta sitten Jumala näki hyväksi erottaa kuivan maan ja meren toisistaan, jolloin vesi täytti maan syvennykset ja ontelot, ja kuiva maa jäi näkyviin. [11]. Sen tyhjän tilan, jota vesi ei täytä, täyttää puolestaan ilma. [12].

Paitsi puhtaina alkuaineina, voivat maa, vesi ja ilma esiintyä sekakappaleina (Corpora mixta). Alkuaineet ovat sekakappaleissa joko täydellisesti yhteen liittyneinä, kuten eläimissä, puissa ja ruohoissa, tai epätäydellisesti yhteen liittyneinä, jolloin sekakappale ei ole pysyvä, vaan alkuaineet voidaan erottaa toisistaan.

Epätäydellisiä sekakappaleita ovat mm. meteorit. Niiden syntyyn on ensimmäisenä ja kaukaisena syynä taivaan ja tähtien vaikutus [13], toisena, läheisenä ja instrumentaalisenä syynä lämpö ja kylmyys. Lämpö nimittäin tunkeutuu veteen ja ilmaan, tekee ne kevyemmiksi ja harvemmiksi ja irroittaa niistä savua (Röken) tai sumua (Dimban) [14]. Savu syntyy maasta, sumu taas vedestä ja märistä kappaleista. Sumu on karkea, kostea, rikkipitoinen ja lämmin eks-halaatio. Lämmin se ei ole luonnostaan, koska se on vedestä syntynyt [15], vaan auringon ja muiden tähtien vaikutuksesta. Sumu on luonnoltaan jotain veden ja ilman väliltä, se voi myös muuttua näiksi elementeiksi. [16].

Kun sumu on noussut ilman kylmään keskimmaiseen kerrokseen [17], tiivistyy se kylmyyden vaikutuksesta ja muodostaa pilviä [18]. Ne pysyvät ilmassa, vaikka ovatkin raskaita, samalla tavoin kuin ras-kaasti lastattu laiva pysyy veden pinnalla. Ilmassa pysymiseen vaikuttavat myös auringon lämpö, ilman vastus [19], pilven oma lämpö ja sen sisäänsä sulkema ilma. [20].

Pilvestä syntyvät sade ja lumi. Sade saa alkunsa siten, että au-rinko ja kuumat tähdet lämmittävät pilveä, joka sulaa ja hajoaa pisaroiksi. [21]. Sadetta on kahdenlaista, luonnollista (Natur-ligit) ja ihmeellistä (Vnderlight). Luonnollinen sade on joko tihkusadetta (Duggeregn) tai kuurosadetta (Skwrregn). Ihmeellisen sateen mukana tulee muutakin kuin vettä: sammakoita, käärmeitä, matoja, verta, kiviä, rautaa, sammalta, rikkiä, maitoa, vehnää, ohraa ja muuta sellaista. Tällainen sade on tarkoitettu ihmisil-le joko varoitukseksi tai lohdutukseksi. [22].

Lumi on Forsiuksen mielestä huurretta, joka on syntynyt "pilvien ympärillä paksuista ja kylmistä höyryistä". [23]. Sen valkoinen

väri johtuu kylmyydestä, mikä voidaan ymmärtää, kun muistetaan, että kylmissä maissa eläimet ovat valkoisia. [24]. Lunta on useita lajeja eikä vain kahta, kuten Aristoteles väittää - "ther af the söderlänningar inthet weta at seijsa". [25].

Vesimeteoreja ovat vielä rakeet (Haglet), kaste (daggen), huurre (Rijmfrost), usva (Tökn) sekä jää (Ijss), jotka kaikki syntyvät ilmakehän alimmassa kerroksessa. Jää on jähmettynyttä vettä, mutta sen täytyy sisältää myös hieman maata, koska se on kiinteää. Jos kylmyys olisi ainoa jäätymisen syy, olisi vesi aina jähmeää eikä koskaan juoksevaa, sillä se on luonnostaan kylmää. [26].

Alkuaineena vesi esiintyy ennen kaikkea meressä. Aristoteles opettaa, että meri on epätäydellinen sekakappale, mutta jos näin olisi, niin se ei olisi pysyvä. [27]. Raamatun mukaan meri on kuitenkin elementti, johon kaikkien vesien taivaan alla on **kokoontu-**tava [28], ja johon kaikki joet ja lähteet laskevat. Edelleen, jokien ja lähteiden alkuperä on meressä eikä päinvastoin. [29].

Jokien ja lähteiden alkuperää pohtiessaan Forsius päätyy arteriaalismiin. Vesi kulkeutuu merestä maanalaisia suonia (ådror) [30] pitkin jokiin ja lähteisiin. Eräiden filosofien mielestä tämä ei ole mahdollista, koska vesi ei raskaana alkuaineena luonnostaan liiku ylöspäin, vaan alaspäin. [31]. Tähän Forsius huomauttaa, että vesi on kuitenkin kevyempää kuin maa, joten sen luonnollinen liikesuunta maan sisässä on ylöspäin. [32]. Vedennousu on yhteydessä vuorovesi-ilmiöön: Laskuveden aikana vesi imeytyy suoniin, nousuveden aikana suonet palauttavat ylimääräisen veden. [33]. Nousua helpottaa myös suonissa oleva ilma, joka vaikuttaa samalla tavoin kuin pumpuissa ja suihkulähteissä. [34]. Jotkut ovat sitä mieltä, että vesi nousee ylöspäin taivaan ja tähtien vaikutuksesta,

toiset taas ajattelevat, että maa imee vettä merestä sienen tavoin ja vuodattaa sen ulos yläpinnallaan. [35].

Aristoteles torjuu arterialismin huomauttamalla, että lähteet usein kuivuvat, kun taas meri on aina yhtä täynnä. [36]. Forsius vastaa tähän toteamalla, että eläinten ja kasvien tavoin maakin vanhenee ja rappeutuu. Vesisuonet tukkeutuvat usein maanalaisten sortumien tai liettymisen seurauksena. [37]. Edelleen Aristoteles huomauttaa, että merivesi on suolaista, kun taas useimpien lähteiden vesi on makeaa. Forsius vastaa, että vesi suotautuu maan läpi kulkiessaan, jolloin suolaisuus jää maahan, ja vesi muuttuu makeaksi. Scaligerin mukaan lähdevesi on sitä makeampaa, mitä kauempana lähde on merestä. [38]. Joka haluaa, voi vakuuttua asiasta suodattamalla suolaista vettä multakerroksen lävitse. [39].
- Suolaiset lähteet saavat vetensä joko suoraan merestä väljiä suonia pitkin tai suonista, jotka kulkevat suolakerrosten läpi. [40].

Forsius ei hyväksy sen kummemmin maanalaisen kondensaation teoriaa kuin pluvialismiakaan. Edellistä vastaan hän toteaa, Scaligeriin vedoten, ettei maan sisässä mitenkään voi olla riittävän suuria onkaloita. [41]. Sitä paitsi kuumissa maissa, joissa vuoretkin ovat kuumia, ei Aristoteleen teorian mukaan voisi syntyä lainkaan lähdevettä. Merenkulkijat tietävät kuitenkin kertoa, ettei näin ole. [42].

Pluvialismin Forsius torjuu Aristoteleeseen vedoten: Sadevesi ei mitenkään riitä muodostamaan kaikkea sitä vettä, joka joissa virtaa mereen. [43]. Muuta Forsius ei itse asiassa puhukaan sateiden vaikutuksesta valuntaan. Hän pitää myös oikeana Cardanuksen lausumaa, jonka mukaan vettä voi nousta maassa ylöspäin yhtä paljon

kuin sitä juoksee alaspäin. [44]. Kirjaimellisesti tulkittuna tämä merkitsee apluvialismia. Forsius ei toisaalta missään väitä, ettei sateella olisi lainkaan vaikutusta jokien vesimäärään.

Forsius oli ennen muuta luonnonfilosofi, mutta hän antoi arvoa myös kokeille ja kokemukselle, kuten edellä kävi ilmi. Kirjatie-
don lisäksi hänellä oli kenttäkokemusta, hän osallistui vuosina 1601 - 1602 Tornion Lapissa mittauksia ja kartoituksia tehneeseen retkikuntaan. Kokemus sekoittui varsin luontevasti kirjatie-
toon. Forsius julkaisi vuosina 1606 - 1623 almanakkoja, joissa oli astrologisin perustein laadittuja sääennustuksia. Oscar V. Johansson [45] arvelee, että niiden syntyyn on tarvittu astrolo-
gian lisäksi paljon kokemusperäistä tietoa.

Forsius ei muodostanut koulukuntaa eikä häntä juuri siteerattu Turun akatemian väitöskirjoissa. Ilmeisesti hänen vaikutuksensa luonnonopin myöhempään kehitykseen maassamme ei ollut suuri. Suunan määräisivät ulkomaisissa yliopistoissa vallitsevat filosofiset suuntaukset. 1500- ja 1600-lukujen vaihteessa oli Ruotsissa saanut jalansijaa ramismi, joka suhtautui kriittisesti Aristoteleeseen. [46]. Ramismin kukoistus jäi kuitenkin lyhyeksi, sillä pian sen syrjäytti uusaristotelismi, ensin Saksassa ja sitten Ruotsissa. Turun Akatemiaa perustettaessa 1640 uusaristotelismi oli maassamme jo valtafilosofian asemassa. [47].

4.2. Hydrologia Turun Akatemiassa 1640 - 1720

Ennen kansallisten yliopistojen perustamista oli luonnonfilosofia periferiamaisissa S.A. Forsiuksen kaltaisten persoonallisuuksien harrastuksen varassa. Katedraalikoulun ja lukion opetusohjelmaan oli tosin kuulunut jonkin verran fysiikkaa [48], mutta vasta Tu-

run Akatemian perustaminen (1640) loi tutkimukselle pysyvän institutionaalisen pohjan. Akatemian neljästätoista oppituolista kaksi varattiin luonnontieteille: matematiikan ja fysiikan professorit. Tieteellinen erikoistuminen oli kuitenkin hyvin vähäistä, yliopistomiehet olivat ensi sijassa oppineita ja vasta toissijaisesti alansa edustajia. Oppituolin vaihdoksia tapahtui usein, sekä filosofisen tiedekunnan sisällä [49] että filosofisesta tiedekunnasta teologiseen. Jälkimmäinen urankehityksen muoto oli luonnontieteiden kannalta ongelma, sillä teologian professoreilla oli parhaat palkat ja arvostetuin asema, joten etevin aines saattoi pyrkiä hakeutumaan niihin. [50]. Toisaalta oppituolien haltijat saattoivat julkaista ja ohjata tutkimuksia muillakin kuin omilla aloillaan. [51].

Turun Akatemian ensimmäisten vuosikymmenien voimakkain vaikuttaja oli Eskil Petraeus [52], teologian ensimmäinen professori [53] ja sittemmin piispa. Laajasti oppineena hänellä oli sanottavaa useimmilla aloilla, luonnonoppi mukaan lukien, ja erityisesti hydrologiassa. Graduaalidissertaationsa Petraeus oli nimittäin laatinut Uppsalassa 1619 aiheenaan lähteiden ja jokien synty [54]. Hän tarkastelee siinä yleisen tavan mukaan erilaisia asiasta esitettyjä teorioita ja asettuu sitten itse arterialismin kannalle. Hän toteaa, että myös höyry [55] vaikuttaa jokien vesimääriin ja on auttavana aiheena lähteiden synnyssä, mutta ei saa niitä aikaan. Hän vetoaa Saarnaajan ja Siirakin kirjoihin [56], Aristoteleeseen [57], Johannes Damaskolaiseen, Scaligeriin, Plinius vanhempaan, Basileios Suureen, Albert Suureen sekä Tuomas Akvinolaiseen. [58].

Nuori Petraeus ei siis omaksunut Aristoteleen maanalaisen kondensaation teoriaa. Myöhemmin hänet kuitenkin tunnetaan uusaristote-

lismin kannattajana, ja hän lienee arvovallallaan vahvistanut Aristoteleen asemaa akatemian filosofisena oppi-isänä. [59]. Pet-raeus ei Turun Akatemian aikoinaan enää julkaissut luonnonopillisia tutkimuksia, joten ei voida tietää, muuttiko hän käsityksiään hydrologisesta syklistä. Ilmeisesti suomalainen uusaristotelismi ei ollut kovin jyrkkää [60] eikä maanalaisen kondensaation teoria saanut ainakaan näkyvää kannatusta.

Matheseos-professorin opetusalaan kuului matematiikan ja tähtitieteen ohella mm. geodesiaa, maantiedettä (geografiaa) sekä mekaniikkaa. [61]. Physices-professorin taas oli opetettava fysiikkaa, kasvitiedettä ym. kuunalaisia aineita. [62]. Hydrologia liittyi siis kummankin professorin opetusalaan, lähinnä sitä harrastivat Physices-professorit. Matheseos-professoreista on mainittava Simon Kexlerus [63], viran ensimmäinen ja pitkäaikainen haltija, joka laati mm. monia oppikirjoja. Niitä käytettiin vielä 1700-luvun alussa, jopa pääasiallisena oppimateriaalina. [64]. Kexlerus, kuten useimmat Turun Akatemian 1600-luvun luonnonfilosofit, on huomattavasti lähempänä Aristoteleen oppeja kuin esim. Forsius. [65].

Useissa 1600-luvun dissertaatioissa tarkastellaan veden olemusta ja ominaisuuksia. Niissä esiintyy silloin tällöin aristotelismin vastaisia käsityksiä. Kaunopuheisuuden professori Miltopoeuksen [66] laaditussa Henricus Blanckin dissertaatiossa (1667) esitetään atomioppi. Vesi koostuu vesiatomeista, mutta yleensä kirkkaaseen veteen on liuennut myös maa-atomeja. [67]. Vesi on väritöntä, kuten kaikki yksinkertaiset kappaleet. Sitä paitsi se ei sisällä rikkiä, josta kaikki väri on peräisin. Edelleen, koska vesi on väritöntä, täytyy lumenkin todellisuudessa olla väritöntä. Jos nimittäin lumi olisi valkoista, täytyisi sen sulaessa syntyvän vedenkin olla valkoista. [68]. Toinen kaunopuheisuuden

professori, Daniel Achrelius [69], hylkää kappaleiden jaon yksinkertaisiin ja sekakappaleisiin, koska hänen mielestään kaikissa luonnonkappaleissa on jokaista neljää elementtiä [70]. Vesi tekee kappaleen pehmeäksi ja taipuisaksi, sitoo yhteen sen hiukkaset sekä ravitsee ja ylläpitää eläviä olentoja. [71].

Maaailman rakenne oli suosittu aihe 1600-luvun väitöskirjoissa. Taivaanylyisiä vesiä käsiteltiin useissa tutkielmissa [72], ja yhtä lailla kiinnosti sublunaarinen hydrologinen sykli. Daniel Achreliuksen johdolla laadittiin kaksikin lähteiden syntyä käsittelevää dissertaatiota, joista tosin vain toinen, Johannes Rungiuksen "De fontium origine et miraculis" (1686) on säilynyt. [73]. Samaan aiheeseen liittyi Petrus Ringiuksen dissertaatio "De miraculis aquarum" (1688), joka laadittiin fysiikan professori Petrus Hahnin [74] johdolla. Hahnilla on muitakin hydrologian kannalta mielenkiintoisia dissertaatioita. Niissä käsitellään mm. meren **suolaisuutta** [75] sekä vesiputouksia. Jälkimmäisiin tekijä lukee myös Ahvenanmeren, koska muutoin ei hänen mielestään ole mahdollista selittää sen valtavaa aallokkoa. [76].

Achrelius piti suuressa arvossa Kircheriä ja omaksui paljolti hänen käsityksiään [77], myös hydrologiassa. Pluvialismin hän hylkää "epäjohdonmukaisena ja absurdina" oppina [78]. Hän myöntää, että lähteitä esiintyy runsaasti runsassateisissa maissa ja niukasti kuivissa maissa ja että sateet vaikuttavat lähteiden antoisuuteen. Koska kuitenkin on lähteitä, jotka kumpuavat jatkuvasti kuivuudesta riippumatta, täytyy niiden saada vetensä muualta kuin sateesta ja lumesta. [79]. Achrelius hyväksyy osittain maanalaisen kondensaation teorian [80], mutta pääasiallisesti hän asettuu arterialismin kannalle, mikrokosmos-analogiaan nojaten. [81].

Lähdeveden eri muodostumistapojen hän arvelee vaikuttavan siten, että periodiset lähteet ovat peräisin pääasiassa sateesta ja lumesta, **perenniaaliset taas pääasiassa merestä.** [82]. Achrelius siteeraa [83] ainakin Saarnaajaa [84] ja Senecaa [85]. Hän ei tässä yhteydessä mainitse nimeltä esim. Aristotelesta ja Kircheriä.

Hahn asettuu suunnilleen samalle kannalle kuin Achrelius, jota hän myös siteeraa. [86]. Hän selostaa eri kirjoittajien käsityksiä ja mainitsee mm. Aristoteleen, Senecan, Scaligerin, Platonin, Kircherin ja Sperlingin. [87]. Itse hän kannattaa arterialismia ja hylkää Senecaan vedoten pluvialismin heikosti perusteltuna opina. [88].

Hydrologisesta syklistä näkemyksiään esittäneet Forsius, Petraeus, Achrelius ja Hahn olivat kaikki enemmän tai vähemmän arterialisteja, joka tapauksessa he olivat vähintään semipluvialisteja. Pluvialismilla ei ollut 1600-luvun Suomessa näkyviä kannattajia. Arterialismi oli pluvialistista vallankumousta edeltävinä vuosikymmeninä suosituin hydrologista sykliä koskeva teoria, joten on syytä olettaa tilanteen olleen sama muuallakin Pohjolassa. Renqvist (1939) tosin otaksuu, että ruotsalaisella virsirunoilijalla ja arkkipiispalla Haqvin Spegelillä [89] oli oikea käsitys hydrologisesta syklistä. Renqvist siteeraa Spegelin opetusrunoa "Guds werk och hwila" (1685) [90], jossa hydrologisen syklin atmosfääristä osaa verrataan nykyajan lukijasta ehkä huvittavalta tuntuvalta tavalla viinapannuun:

"Som Immen stjger up i Brenwjns Pannan heeta
Och wil Hög-Sätet strax i sjelfwa Hatten leeta/
Men när thet Rummet bljr förträngt åt många Gester
Och then utspridde Swet sig Droptaals sammanfester/
Tå tilrar han snart need och genom Rören gljder
At Glaset blifwer fult som nedan under bjder;

På äfwen samma Sätt kan Soolens Heta draga
Then lätta Dimban up och Luften emoottaga
Som i een wider Hatt / ther göms thet som iag tänker
Til thes thet sedan i Regndroppar neder stenker.
Med sådant Wänna-Låån kan altjd Soolen bljda
Förskaffa Watn noog i heela Werlden wjda." [91].

Sanatarkasti ymmärrettynä Spegel näyttää väittävän, että sadeve-
si riittää tyydyttämään koko maailman vedentarpeen, mikä merkit-
sisi pluvialismia. Toisessa paikassa Spegel kuitenkin esittää ar-
terialistisia ajatuksia:

"Ty Jorden wil i sig all Haaffens Sötma drikka/
Then Strömar sedermeer af een förborgat Swikka
Uttappa / hwar til och all Dimba jämwäl sendes
I sötan Dagg och Regn ..." [92].

Vielä selvemmin tämä ilmenee ensimmäisen painoksen reunahuomau-
ksista, joissa sanotaan selvästi, että makea vesi tulee osit-
tain merestä ja maasta, osittain sumusta. [93].

1700-luvun alussa alkoi Suuri pohjan sota lamauttaa Turun akate-
miaa, kun osa ylioppilaista kutsuttiin sotapalvelukseen. [94].

Kokonaan akatemian toiminta keskeytyi, kun venäläiset 1713 val-
tasivat Turun. Professorit, muu henkilökunta, kirjasto ja arkis-
tot evakuoitiin Ruotsiin. [95]. Samalla sai akatemiaa sen perus-
tamisesta lähtien hallinnut puhdasoppisuuden ajan skolastinen
traditio väkivaltaisen lopun. Maanpaon jälkeen akatemiassa pu-
halsivat uudet tuulet.

5. PLUVIALISTISESTA VALLANKUMOUKSESTA TEOLLISEEN VALLANKUMOUKSEEN - HYDROLOGIA SUOMESSA 1720-1860

5.1. Akateemisen vesistötutkimuksen yleispiirteitä

Uudenkaupungin rauhan (1721) jälkeen Turun Akatemia aloitti jälleen toimintansa, mutta tilanne oli nyt aivan toinen kuin ennen sotaa. Suurin osa akatemian Ruotsiin paenneista professoreista ja henkilökunnasta oli hakeutunut muihin tehtäviin eikä enää palannut Turkuun. [1]. Professorinvirkojen täyttäminen pätevillä miehillä ei ollut helppoa, mutta maaliskuussa 1724 kaikilla opituoleilla oli jo haltijansa. [2]. Sukupolven vaihtuminen toi akatemiaan myös uudet aatteet. Kirkollinen puhdasoppisuus sai tehdä tilaa pietismille ja valistusaatteille, luonnontieteissä skolastiikan sijasta tuli vallitsevaksi kriittinen luonnonfilosofia ja vähitellen yhä enemmän empiirinen tutkimus. [3].

Filosofiassa johtavaksi suuntaukseksi tuli wolffilaisuus [4], joka korosti toisaalta luonnontieteiden ja niihin nojaavan luonnollisen teologian [5] merkitystä, toisaalta ihmiselle hyötyä tuottavaa toimintaa ja tässä tarkoituksessa luonnontieteiden käytännön sovellutuksia. [6]. Kannatusta saivat myös Francis Baconin ajatukset ja John Locken empirismi. [7]. Yhdessä nämä suuntaukset jouduttivat modernin luonnontieteellisen ajattelun juurtumisesta. Maailmankuva ei kuitenkaan muuttunut hetkessä. Astronomiassa heliosentrinen käsitys näyttää saaneen nopeasti yliotteen [8]. Hydrologiassa kehitys oli hitaampaa, pluvialistinen vallankumous kesti noin yhden sukupolven ajan. [9]. Metodit kehittyivät yleensä hitaammin kuin maailmankuva. [10].

Puhdasoppisuuden ajan akatemiassa vallitsivat hermeneuttiset ja emansipatoriset tiedonintressit, valistus ja wolffilaisuus nosti-

vat nyt teknisen intressin tärkeimmäksi. Osittain muutokseen vaikutti myös halu välttää puhdasoppisuuden ja valistusaatteiden yhteentörmäystä, mikä oli mahdollista, kun keskityttiin tekniisiin sovelluksiin ja hyödyn tavoitteluun. [11]. Eniten sovellusmahdollisuuksia oli luonnontieteillä, joten ne edistyivät "hyödyn aikakaudella" muita tieteenaloja voimakkaammin. Tämä näkyy esim. luonnontieteiden oppituolien määrän kaksinkertaistumisena. Runouden professuuri muutettiin v. 1747 talousopin professoriksi ja vuonna 1761 perustettiin kemian professorin virka. Molempien oppituolien ensimmäiset haltijat suuntautuivat nimenomaan sovellettuihin luonnontieteisiin. [12].

Vanhojen oppituolien haltijoista matematiikan professorit keskittyivät entistä enemmän oman alansa asioihin. Useat heidän julkaisuistaan käsittelivät kylläkin mekaniikkaa, mutta eivät kuitenkaan hydrodynamiikkaa, joka siirtyi vähitellen fysiikan professorien opetusaineiden joukkoon. Hydrologialle heillä ei ollut kovinkaan paljon annettavaa. Poikkeuksena oli vuosina 1724-1755 virkaa hallussaan pitänyt Nils Hasselbom. [13]. Hän oli yksi maamme johtavista wolffilaisista, ja hänen mielenkiintonsa kohdistui ensi sijassa luonnontieteiden sovelluksiin, muun muassa kanavointihankkeisiin (jakso 5.9.). Hydrologisen maailmankuvan alalla hänellä on keskeinen merkitys pluvialistisen vallankumouksen maahantuojana (jakso 5.2.).

Ensimmäinen isonvihan jälkeinen fysiikan professori Johan Thorwöste ei syttynyt valistusajan hyötyajattelulle. [14]. Hänen jälkeensä tuli 1737 professoriksi Johan Browallius [15], ensimmäinen 1700-luvun kolmesta "fyysikkopiispasta" [16]. Hän hoiti virkaansa vuoteen 1746, jolloin hän siirtyi teologiseen tiedekuntaan. Linnén oppilaana Browallius harrasti pääasiassa kasvitiedettä, mutta hän

hallitsi hyvin myös kemiaa ja fysiikkaa, ja hänen johdollaan julkaistiin useita fysiikan alaan kuuluvia dissertaatioita. Virastaan hän käytti mieluiten nimitystä 'scientia naturalis professor' [17]. Kasvitieteen ohella hänen toinen pääalansa oli luonnonteologia, johon osittain liittyy hänen tärkein panoksensa hydrologiassa, vedenvähenemistä koskeva mietintö [18]. Hänen ohjaamisaan dissertaatioissa käsitellään mm. höyryjä [19], talvipakkasen syitä [20] ja vedenpaisumusta [21]. Hän pyrki myös edistämään ruotsinkielisten paikalliskertomusten laatimista [22], vaikka niitä ei hänen aikanaan vielä voitukaan esittää opinnäytteinä.

Carl Fredrik Mennander [23] toimi fysiikan professorina vuosina 1746-1752. Tuona aikana hänen johdollaan julkaistiin tavallista enemmän väitöskirjoja. [24]. Useat näistä käsittelivät hydrometeorologian ja hydrologian kysymyksiä. Aiheina olivat mm. kaste [25], pilvet [26], haihdunta eläimistä, kasveista ja elottomista kappaleista [27], meteorologisista havainnoista saatava hyöty [28] sekä meren suolaisuutta [29]. Edeltäjänsä tavoin Mennander harrasti taloudellisia kysymyksiä ja luonnonteologiaa. [30].

Jakob Gadolin [31], fyysikkopiispoista kolmas, oli fysiikan professorina 1753-1762. Häntä pidetään ennen kaikkea matemaatikkona [32], fyysikkona hän jatkoi varsin suuressa määrin edeltäjiensä linjalla. [33]. Hän ohjasi dissertaatioita, jotka käsittelivät mm. veden yleisiä ominaisuuksia [34], vesipisaran putoamista [35], pilviä [36], ilman kiertoliikettä [37], anemometriä [38] sekä vedenpaisumusta [39]. Gadolin harrasti myös tähtitiedettä ja geodesiaa. Hän määritteli vaaitsemalla Turun linnan korkeuden merenpinnasta, mikä osoittautui merkittäväksi myöhemmän maankohoamistutkimuksen kannalta. [40]. Vanhoilla päivillään, Turun piispana, Gadolin oli v. 1797 perustamassa maamme luonnontieteen kehitykseen

suuresti vaikuttanutta Suomen Talousseuraa ja toimi sen ensimmäisenä puheenjohtajana.

Fysiikan opetuksen luonne muuttui, kun Anders Planman [41] tuli 1763 professoriksi Gadolinin tilalle. Toisin kuin edeltäjänsä, joita voi luonnehtia lähinnä luonnontieteiden yleisoppineiksi, Planman oli nykyaikaisessa mielessä erikoistunut tutkija, joka keskittyi lähinnä tähtitieteeseen. Dissertaatioiden aihevalikoima oli monipuolisempi kuin hänen muu julkaisutoimintansa, ja luennot käsittelivät tasapuolisesti eri fysiikan aloja. (Kemia ja luonnonhistoria olivat jääneet pois, koska niitä varten oli nyt omat oppituolinsa.) Geofysikaalista ainesta Planmanin luennoissa oli runsaasti: useat luentosarjat käsittelivät fysikaalista maantiedettä (Geographia Physica), meteorologiaa ja hydrostatickaa sekä hydrodynamiikkaa. [42]. Dissertaatiot käsittelivät mm. veden kokoonpuristuvuutta [43], veteen upotetun kappaleen tasapainoehtoja [44] sekä höyryjen syntyä [45]. Planman toimi virassaan 38 vuotta, hän jäi eläkkeelle vuonna 1801.

1700-luvun fysiikan professoreista Browallius, Mennander ja Gadolin harrastivat soveltavaa luonnontiedettä ja talouskysymyksiä, mutta niistä ei koskaan tullut heidän opetuksensa pääsisältöä. Planmanin aikana fysiikka oppiaineena suuntautui yhä enemmän perustutkimukseen. Soveltava tiede oli tällöin jo löytänyt itselleen uusia uomia. Vuonna 1753 ryhtyi Pehr Kalm [46] hoitamaan talousopin professuuriaan, ja alasta tuli heti hyvin suosittu. [47]. 1700-luvun talousopissa oli kansantaloudella vain vähäinen osa. Tärkeimpiä olivat eri alojen tekniikat sekä luonnonhistoria. Jälkimmäisen vahvaan asemaan vaikutti varsinkin Linné, ja Turussa oli jo päästy hyvään alkuun Browalliuksen johdolla. [48]. Maantiedon ja paikallistuntemuksen puolesta oli taas puhunut varsinkin Jakob Faggot. [49].

Kalm käsitteli luennoissaan ja julkaisuissaan varsin monipuolisesti luonnon ja ihmisen talouden eri aloja ja puuttui monessa kohdin myös hydrologiaan ja vesien käytön kysymyksiin. Hänen mainitaan luennoineen mm. Walleriuksen hydrologian mukaan, ja luennoilla käsiteltiin mm. peltojen ojitusta sekä juomaveden hankintaa, erityisesti vesisuonien etsimistä. [50]. Dissertaatioita Kalmin johdolla julkaistiin kaikkiaan 146. Niiden aiheina olivat mm. meteorologiset havainnot ja niiden merkitys [51], lähteiden ja vesisuonien etsiminen [52], suolalähteet [53], Kemijoen vesiliikenteen kehittäminen [54], koskipatojen rakentaminen [55], soiden kuivatus ja suoviljely [56] sekä maanviljelyksen vaikutus ilmastoon [57]. Paikalliskuvauksissa oli tavallisesti vesistöjä koskeva osansa, ja hydrologiaa sivutaan myös eräissä maanviljelystä ja metsänhoitoa koskevissa dissertaatioissa. Kalmin käytännöllisistä aiheista laaditut dissertaatiot olivat yleensä ruotsinkielisiä [58], mutta joukossa oli latinankielisiäkin. Ne käsitelivät luonnonteologiaa ja fysiikkaa, aiheina olivat mm. sateet Raamatussa [59] ja ilmakehä [60]. - Ruotsin tiedeakatemian Handlingar-sarjassa Kalm käsitteli mm. vedenvähenemistä Norjassa (1748) sekä meren ja järvien lämpötilan mittaamista (1771). [61].

Ensimmäiseksi kemian professorin viran haltijaksi tuli 1761 Pehr Adrian Gadd. [62]. Hän oli erityisesti maanviljelyskemisti, minä lisäksi hän harrasti yleensä taloudellisia kysymyksiä, kun taas kemian perustutkimuksella on vain vähäinen sija hänen teellisessä tuotannossaan. Gaddin dissertaatiokirjallisuus on samantapainen kuin Kalmin. Siinä käsitellään mitä erilaisimpia talouden aloja, ja useimmat dissertaatiot olivat ruotsinkielisiä. Aiheina olivat mm. tulvat ja niiden torjunta [63], koskenperkauksista saavutettava hyöty [64], Suomen suurimmat vesistöt [65],

lähdeveden ominaisuudet [66] sekä veden maaksi muuttumista koskevat teoriat [67]. Gaddin dissertaatioiden joukossa on myös useita paikalliskuvauksia.

Gaddin seuraaja Johan Gadolin [68] keskittyi varsinaiseen kemiaan ja saavutti siinä kansainvälisestikin merkittäviä tuloksia. [69]. Talousopin ja luonnonhistorian professorit taas keskittyivät Carl Niklas Helleniuksesta [70] lähtien luonnonhistoriaan. [71]. Taloudelliset harrastukset siirtyivät näin suuressa määrin akatemian ulkopuolelle, varsinkin Suomen Talousseuraan. [72]. Uuden nousunsa alan opetus alkoi, kun Helsingin teknillinen reaalikoulu aloitti toimintansa 1849.

Lääketieteellisessä tiedekunnassa oli aina 1770-luvulle asti vain yksi professori, jonka näin ollen oli hallittava varsin laaja tieteenala. Näiden professorien harrastus kohdistui ihmisruumiin lisäksi usein myös luontoon. H.D.Spöring [73] teki Turussa 1730-1731 meteorologisia havaintoja ja mittauksia Englannin Royal Societyn organisoiman ohjelman mukaisesti [74] ja tutki Kupittaan lähteen vettä [75]. Johan Lechen [76] tärkeimmät ansiot ovat nimenomaan luonnontieteellisiä. Hän laati akatemian mineraalikokoelman luettelon ja kasvitieteellisen puutarhan piirustukset ja ohjasi eläintieteellisiä väitöksiä. [77]. Merkittävimpinä pidetään kuitenkin hänen meteorologisia ja fenologisia havaintojaan, joita hän teki Turussa säännöllisesti viidentoista vuoden ajan (1750-1764) [78].

1700-luvun lopulla akatemian keskushahmoksi kohosi kaunopuheisuuden professori Henrik Gabriel Porthan [79], monipuolinen oppinut, joka tunnetaan parhaiten ansioistaan historian, kielitieteen ja filosofian alalla. Hän oli merkittävä myös maantieteilijänä [80],

eikä fysiikkakaan ollut hänelle vieras ala, sillä hän teki siitä Jakob Gadolinin johdolla graduaalidissertaationsa, joka käsiteli mm. sadepisaran putoamista. [81]. Porthan harrasti talouskysymyksiä ja puuttui kirjoituksissaan mm. vesistöjen käyttöön ja maankuivatukseen. [82]. 1799 hänet nimitettiin jäseneksi kuninkaalliseen koskenperkausjohtokuntaan.

1700-luvulla professorien ja apulaisten opetustyötä täydentämään syntyi dosenttilaitos. Yleensä dosentit jäivät yliopistoon vain lyhyeksi ajaksi [83], ja heidän opetusalaansa saatettiin määrätä varsin vapaasti. Niinpä 1770-luvulla dosentiksi nimitetyn Abraham Niklas Clewbergin [84] opetusalaksi ilmoitettiin fysiikka ja kirjallisuuden historia. [85]. 1760-luvulla toimi Jakob Stenius nuorempi [86] mekaniikan ja hydrauliiikan dosenttina. Häntä on pidettävä Suomen ensimmäisenä vesiasioihin erikoistuneena yliopiston opettajana.

1800-luvun alkua on pidetty yhtenä suomalaisen fysiikan tutkimuksen murrosaikana. 1700-luvulla oli harjoitettu kriittistä luonnonfilosofiaa ja havainnoivaa tutkimusta, nyt alkoi fysiikassa systemaattinen kokeellis-teoreettinen tutkimus. [87]. Uuden suunnan merkittävin edustaja oli Gustaf Gabriel Hällström [88], joka toimi fysiikan professorina 43 vuoden ajan, vuosina 1801-1844. Hän oli taitava ja sitkeä havaintojen ja kokeiden tekijä, mutta ennen kaikkea hänen ansionsa liittyvät tulostenkäsittelymenetelmien, erityisesti pienimmän neliösumman menetelmän ja harmonisen analyysin, kehittämiseen ja soveltamiseen uusilla aloilla. Tutkimustuloksiaan Hällström julkaisi edeltäjiensä tavoin runsaasti dissertaatioina vuoteen 1828 asti, jolloin pro gradu -tutkielmien painatuspakko poistettiin. Hän käytti myös julkaisusarjoja, varsinkin Ruotsin tiedeakatemian Handlingar-sarjaa sekä vuodesta

1838 Suomen Tiedeseuran Acta-sarjaa. [89].

Hällströmin parhaana tieteellisenä saavutuksena pidetään [90] veden tiheysmaksimin lämpötilan määrittystä, jossa hän koejärjestelyjensä ja pienimmän neliösumman menetelmän ansiosta pääsi hyvin tarkkoihin tuloksiin. Tähän aiheeseen hän palasi useita kertoja uransa aikana. [91]. Harmonista analyysiä Hällström sovelsi monien luonnonilmiöiden jaksollisuuden tutkimiseen. Pääpaino oli meteorologiassa ja klimatologiassa. [92].

Paitsi omalla tutkimustyöllään, Hällström koetti edistää geofysikaalista tutkimusta tiedepolitiikan keinoin. Hän puhui havaintotoiminnan kehittämisen puolesta useissa yhteyksissä mm. koskenperkausjohtokunnassa, Suomen Talousseurassa ja Suomen Tiedeseurassa. Luennoillaan hän Planmanin tavoin käsitteli hydrologiaa sivuavia aloja, kuten hydrostatiikkaa, hydraulikkaa ja meteorologiaa. [93]. Uuden tutkijapolven koulutus ei kuitenkaan onnistunut toivotulla tavalla. [94]. Hällströmin seuraajaksi nimitetty Johan Jakob Nervander [95] kuoli varsin pian (1848), samoin Hällströmin tutkimusohjelmaa seurannut Johan Eklöf [96] (1854). Fysiikan professoriksi nimitettiin Adolf Moberg [97] ja observatorion johtajaksi Henrik Gustaf Borenus [98]. Moberg teki arvokkaan työn kootessaan siihenastista meteorologista havaintoainestoa, mutta ei henkilöresurssien puutteessa voinut sitä analysoida, menetelmien kehittämisestä puhumattakaan. Akateeminen geofysiikan tutkimus oli menettänyt 1800-luvun alkupuolen ekspansivisen voimansa. [99].

Akateemisen tutkimuksen ohella ja siitä paljolti riippumatta harjoittivat erityisesti koskenperkaus- ja maanmittausviranomaiset hydrologista tutkimusta. Niin ikään tekivät yksityishenkilöt eri

puolilla maata meteorologisia ja fenologisia havaintoja. Näitä yliopiston ulkopuolisia tutkimuksia selostetaan myöhemmin. [100].

5.2. Siirtyminen pluvialismiin

Uuden luonnontieteellisen ajattelun läpimurto muutti paljon muun ohella suomalaisoppineiden hydrologisen maailmankuvan. Muutos oli hidas, mutta ensimmäinen selkeästi pluvialistinen dokumentti ilmestyi jo varhain [101], vuonna 1732, kymmenen vuotta sen jälkeen kun akatemia jälleen aloitti toimintansa. Tämä vallankumouksellinen [102] julkaisu oli Nils Hasselbomin johdolla laadittu graduaalidissertaatio, Abraham Johan Röringin [103] "De origine fontium".

Tutkielman alussa todetaan, ettei lähteiden alkuperästä vielä ole päästy yksimielisyyteen. Eri filosofit ovat käsitelleet asiaa eri tavoin, kuka arvelleen veden tulevan lähteisiin merestä maanalaisia kanavia pitkin, kuka taas sateista ja lumen sulamisesta, kuka taas muulla tavoin. [104]. Kirjoittaja [105] tarkastelee, kuten tapana oli, kutakin näistä teorioista ja esittää niistä omat käsityksensä.

Aristoteleen maanalaisen kondensaation teorian kirjoittaja hylkää mahdottomana. Hänen mukaansa ilman muuttuminen vedeksi on kylläkin periaatteessa mahdollista, mutta vaatii hyvin suuren ti-lavuuden. Veden ja ilman tiheyksien suhde on sellainen, että vaikka koko maapallo olisi pelkkää ilmaa, ei sekään riittäisi kaiken lähteistä uhkuvan vesimäärän tuottamiseen tällä tavoin. [106]

Huomattavasti uskottavampia ja "kauniimpia" ovat kirjoittajan mielestä teorialat, joiden mukaan lähdevesi on kulkeutunut maanalaisia

teitä pitkin merestä lähteisiin. [107]. Hän selostaa Descartes'n (Cartesius) teoriaa sekä arterialismia, jonka edustajina hän mainitsee Kircherin (Kircherus) ja Schottin (Schottus). [108]. Kumpikaan teoria ei kuitenkaan tyydytä kirjoittajaa, joka haluaa koetella niitä "terveellä järjellä ja kokeellisella menetelmällä". [109].

Maanalaisista tiehyeistä puhuvat ovat kirjoittajan mukaan tosin oikeassa siinä, että merivesi saattaa tunkeutua maahan. Edelleen on tiedossa, että maan sisässä on sitä lämpimämpää, mitä syvemmällä ollaan, joten veden voidaan hyvin ajatella höyrystyvän maan uumenissa Descartes'n esittämällä tavalla. Höyryn [110] olisi siinä tapauksessa noustava hydrostatiikan lakien mukaan, kuten maan pinnalla on havaittu kaikille hydrometeoreille käyvän. Tällöin se joutuisi kohtaamaan esteitä, läpäisemättömiä kivi- ja savikerroksia, joita on juuri siellä, missä on paljon lähteitä. Lukuisat havainnot kuitenkin osoittavat, ettei vesi sen kummemmin kuin vesihöyrykään, voi näitä kerrostumia läpäistä. Jos taas kerrostumissa olisi reikiä, joista höyry pääsisi lävitse, pitäisi myös näistä höyryistä tiivistymällä muodostuneen veden päästä tihkumaan samaa tietä takaisin alas. [111].

Arterialismin suurin vaikeus on selittää, miten vesi voisi nousta meren pinnan alapuolelta korkeiden vuorten huipuille. Vuoret ovat nimittäin merta paljon korkeampia, mikä näkyy selvästi jokien virtauksesta, ja hydrostatiikan lakien mukaan vedenpinta pyrkii asettumaan yhtyvissä astioissa samalle tasolle. [112]. On esitetty, että nostavana mekanismina olisi maan sisässä olevan ilman jännitysvoima ja kammioissa käyvä ilmavirta [113], mutta tällöin ei ole otettu huomioon, että veden nousu pysähtyy siinä, missä vesipatsas katkeaa. Kun lisäksi otetaan huomioon, miten

lujia ja kestäviä vesijohtoina käytettävien putkien on oltava, on väitteitä, joiden mukaan sellaisia olisi maan uumenissa, pidettävä "pikemmin satuna kuin filosofiana" [114]. Edelleen jää selvittämättä, kuinka vesi menettää suolaisuutensa. Kemia opettaa, että suolainen vesi voidaan saada makeaksi vain tislaamalla. Jossain määrin voidaan suolaisuutta poistaa hiekan läpi suodattamalla, mutta hiekkaa on tällöin vähän väliä vaihdettava. Jos meriveden suola suotautuisi maakerrokseen, niin nämä menetäisivät varsin pian suodatuskykynsä, maanalaiset tiehyet täyttyisivät suolalla ja tukkeutuisivat, ja toisaalta merikin menettäisi tuntuvasti suolaisuuttaan. [115].

Kirjoittaja mainitsee vielä teorian, jonka mukaan veden nousu johtuu kapillaari-ilmiöstä. Filosofit ovat viime aikoina saaneet selville, että vesi nousee vapaan pintansa yläpuolelle avoimissa kapillaariputkissa, samoin kahden lasilevyn välissä, niin myös hiekassa ja sokerissa ja muissa senkaltaisissa aineissa. On kuviteltu, että sama tapahtuisi myös maan sisuksissa. Tämä on kirjoittajan mukaan turha toivo: yhdessäkään kapillaari-ilmiötä koskevista lukuisista havainnoista ei nousukorkeus ole ollut kovin suuri. [116].

Seuraavaksi kirjoittaja ryhtyy esittelemään ja puolustamaan pluvialistista näkemystä, jota hän "ei epäile allekirjoittaa". Jo kauan on hänen mukaansa ollut niitä, jotka katsovat lähdeveden olevan peräisin lumesta ja sateesta [117], tämän käsityksen varhaisia kannattajia hän ei kuitenkaan mainitse nimeltä. Prosessi, jossa sadevesi ja lumi muuttuvat lähdevedeksi, on "kauniissa sopusoinnussa kaikkien tuntemiemme luonnonlakien kanssa" [118].

Talvella kerääntynyt lumi sulaa keväällä lämmön vaikutuksesta, sulavesi tihkuu kivien koloista maan alle kulkeutuen vähitellen

alaspäin, kunnes vastaan tulee kiinteä kallioperä tai savikerrostuma. Sitä pitkin virraten vedet kokoontuvat yhteen ja jatkavat kulkuaan, kunnes pääsevät purkautumaan ulos lähteinä. Samalla tavoin kulkeutuu lähteisiin sadevesi sekä se vesi, joka syntyy maasta ja merestä nousseen höyryn kohdatessa korkeita paikkoja [119]. Lähteistä syntyy puroja, jokia yms., jotka kaikki päätyvät mereen, josta vesi taas haihtuu ja höyrynä palaa mantoille "mitä pysyvimmän luonnonlain mukaisesti, täydentäen siten tämän oivallisen maanpäällisen kiertokulun". [120].

Pluvialistinen teoria on hyvin järkeenkäypä. On helppo havaita, että lähteet antavat vettä runsaimmin keväisin, lumen sulamisen jälkeen, sekä syksyisin, jolloin sataa runsaasti. Tiedetään myös, että lähteitä esiintyy enemmän runsassateisilla kuin kuivilla seuduilla. [121]. On kuitenkin epäilty, ettei sadevesi riittäisi muodostamaan lähteitä. Tähän kirjoittaja vastaa selostamalla Mariotten (Mariottus), Halley'n (Hallejus) ja Vallisnieren tutkimuksia. [122].

Kirjoittaja selostaa vielä pluvialismiin kohdistettua kritiikkiä ja vastaa siihen. Eräät katsovat Senecan tavoin, ettei vesi voi tunkeutua maahan niin syvälle, että se pääsisi lähteisiin asti. Tätä näkemystä on myös voitu perustella koetuloksilla [123], mutta vielä useammat koetulokset osoittavat päinvastaista. Veden imeytyminen maahan riippuu näet suuresti maalajista. [124]. On myös väitetty, että lähteitä esiintyy sekä tasangoilla että korkeiden vuorten huipuilla, jolloin kummassakaan tapauksessa edellä selostettu lähteiden syntymekanismi ei ole mahdollinen. Kirjoittaja toteaa tähän, että tasankojen ympärillä on aina mäkistä maastoa, josta vesi voi olla peräisin. Vuoristoissa taas lähteitä ei tavata aivan huipuilla, vaan aina alempana, jolloin

niiden yläpuolelle jää riittävästi maata lähdeveden muodostua.

[125] .

Roeringin-Hasselbomin dissertaatio edustaa varsin hyvin uutta empiristis-rationalistista suuntausta. [126]. Väittämiä pyritään arvioimaan järjen ja kokemuksen avulla, vedoten logiikan päättelysääntöihin [127] ja oikeaksi havaittuihin luonnonlakeihin, mutta myös kauneustajuun [128]. Varsinkin kokeellista menetelmää korostetaan useissa kohdin. [129]. Yleensä sanottava ilmaistaan kvalitatiivisin ja komparatiivisin väittämin, mutta joukossa on myös kvantitatiivisia väittämiä. [130]. Luvut esitetään usein kirjaimin. Kausaaliajattelussa näyttää vaikutussyy keskeiseltä, materiaali-, formaali- ja finaalisyyttä ei analysoida lainkaan. Samoin 1600-luvun luonnonfilosofisille teoksille ominainen myyttinen aines puuttuu tutkielmasta kokonaan. Havaintolaitteista tutkimuksessa mainitaan ombrometri [131].

Roeringin-Hasselbomin dissertaation mahdollisesti herättämästä keskustelusta ei ole säilynyt tietoja. Siksi on vaikea arvioida, miten suuri pluvialismin kannatus oli 1730- ja 1740 -luvuilla. Semipluvialistinen traditio oli joka tapauksessa edelleen voimakas. Ruotsissa kohosi alan johtavaksi auktoriteetiksi Johan Gottschalk Wallerius [132], joka oli semipluvialisti, yhdistelmäteorian kannattaja. Hänen mukaansa lähdevedellä oli useita syntymekanismeja: se saattoi olla maahan imeytynyttä ilmavettä [133], vesisuonia pitkin noussutta merivettä tai syvyydestä nousseiden höyryjen tiivistyessä syntyynyttä vettä. [134]. Hän ei ryhdy kumoamaan pluvialismia, kuten 1600-luvun kirjoituksissa on tapana, mutta ei liioin puolusta sitä. Kaikki joet saavat hänen mukaansa alkunsa lähteistä, mutta merkittävän vedenlisäyksen ne saavat myös ilmavedestä. Hän mainitsee myös Mariotten tutkimustulokset,

mutta esittää ne Seineä koskevinä havaintoina eikä ryhdy niitä yleistämään tai tekemään pluvialistisia johtopäätöksiä. [135].

Walleriuksen näkemyksiä seurasi Suomessa ainakin Christfried Ganander [136] Pehr Kalmin johdolla laaditussa, 1763 ilmestyneessä dissertaatiossaan "Om Kännemärcken til Rika Käll- och Wattu-ådror". Tutkielman pääpaino on käytännön vedenetsinnässä, joten lähteiden syntyä koskevia teorioita selostetaan vain suppeasti. [137]. Walleriuksen lisäksi kirjoittaja viittaa useissa kohdin Derhamiin ja mainitsee myös Kircherin, Beckerin ja Rayn. [138].

Gananderin-Kalmin dissertaatio on viimeinen selvästi semipluvialistinen Suomessa ilmestynyt dokumentti. Pluvialismilla oli sen ilmestymisen aikoihin jo vaikutusvaltaisia kannattajia. Yksi heistä oli Ruotsin tiedeakatemian pitkäaikainen sihteeri Pehr Wargentin. [139]. Toinen huomattava pluvialisti oli linnoitus-everstiluutnantti Carl Fredrik Nordenskiöld [140], joka selvitti näkemyksiään tiedeakatemialle 1758 pitämässään puheessa. [141].

Nordenskiöld puhuu kahdesta kiertoliikkeestä, ilman ja veden kierrosta. Kumpaakin pitää yllä auringon lämpö. Se laajentaa ilmaa, eniten päiväntasaajan seuduilla ja sitä vähemmän, mitä lähemmäksi napoja tullaan. Jotta syntyisi tasapaino, täytyy lämmenneen ja laajentuneen ilman lähteä liikkeelle ja päätyä lopulta navoille. Navoilta alkavat maanalaiset ilmakanavat, jotka haarautuvat vähitellen yhä pienemmiksi tiehyeiksi. Nämä palaavat maan pinnalle eri puolilta maapalloa, erityisesti päiväntasaajan lähistöllä. Niitä pitkin ilma palaa navoilta lähtökohtaansa ja nousee pieninä hiukkasina maan pinnalle. [142].

Vesi nousee maasta ja meren pinnasta pienten ilmakuplien pinnalla. Kun vesihöyryn hiukkaset liittyvät luonnollisen vetovoimansa vaikutuksesta toisiinsa, muodostuu lopulta vesipisaroita, jotka putoavat sateena maahan. [143]. Sadevesi valuu luonnollisen painavuutensa vaikutuksesta syvemmälle maahan, kunnes se saavuttaa tasapainon. Vesi kulkeutuu ensin pienempiä ja sitten suurempia maanalaisia kanavia pitkin, tunkeutuu alavilla paikoilla esiin maan pinnalle lähteinä tai jatkaa suurina maanalaisina jokina aina mereen saakka. [144].

Valunnan syntyä käsitellään 1770-luvulla kahdessa P.A.Gaddin johdolla laaditussa dissertaatiossa. Suomen vesistöistä kirjoittava Gabriel Ståhle [145] yrittää arvioida, paljonko sateesta haihtuu, paljonko menee "kasvien ja eläinten ravinnoksi" ja paljonko lähteiden ja jokien ylläpitämiseen. Hän viittaa Mariotten tutkimuksiin ja mainitsee myös, että Turussa sataa suunnilleen saman verran eli $20\frac{1}{2}$ tuumaa - tämä tieto on mitä ilmeisimmin peräisin Lechen havainnosta, vaikka lähdettä ei mainitakaan. [146]. Suomen lähdevesistä kirjoittava Gustav Wijnqvist [147] taas selostaa lähdeveden ja valunnan syntyä näin: "Wattn ifrån fiälles och landthögderne, de tränga sig fram efter hand genom den lösare Jordskorpan, til dess de träffa något fastare bottn, då de rinna efter dess slutning, gjöra sig sina gångar och underjordiska rör, och samlas til en märkelig wattusträng samt utgjöra det, som i allmänhet kallas Kjälls ådror. Först utsprida de sig till en myckenhet kjällor; desse til rännilar och bäckar, hvilka fylla mossar och kjärr, där de finna motstånd och håldammar för sit fria aflopp; Och som under alt detta, dessa wattusamlingar fram-silas, och rinna öfver, och igenom särskilta slags jordmoner, särskilta bergarter. Mineralier och malmfyndiga negder, så til-delas vårt Land häraf, än rinnande kjäll wattn och flod wattn, än ock stilla stående kjärrwattn, siö watn och en hop Minerale watn." [148]. Wijnqvist mainitsee myös lähteet, joiden vesi on peräisin merestä, mutta ei kerro niitä olevan muualla kuin saaristossa. [149].

Pluvialistisen vallankumouksen toinen päävaikutus, kvantitatiivis-empiirinen lähestymistapa, lujitti sekin hitaasti mutta varmasti asemiaan Suomessa. Sademittauksia tekivät mahdollisesti jo Spöring 1730-luvulla ja ainakin Kalm ja Leche 1750-luvulta lähtien. Virtaamamittauksia taas tehtiin 1750-luvun lopulla Kokemäenjoella, niistä kerrotaan useissa Gaddin dissertaatioissa. [150]. Haihduntamittauksia harrastettiin 1700-luvulla ainakin Ruotsissa. [151].

Mariotten ja Halley'n tutkimukset mainitaan vielä Nils Johan Kekoniuksen [152] 1786 ilmestyneessä, Gaddin johdolla laaditussa tulvien syitä koskevassa dissertaatiossa. Ongelmana ei nyt ole valunnan synty, vaan Kokemäenjoen tulva-alttius. [153]. Tämän jälkeen valunnan syntyä ja hydrologisen syklin rakennetta ei enää käsitellä Turun Akatemian dissertaatiokirjallisuudessa. Aihe ei näytä olevan kovin ajankohtainen myöskään kansantajuisessa kirjallisuudessa. Johannes Frosteruksen [154] kirja "Hyödyllinen huwitus Luomisen Töistä" (1791) ilmoittaa kyllä selvästi sateen alkuperän ja toteaa sateiden vaikutuksen valuntaan: "Se mahta olla arwamatoim paljous wedestä, joka sumusa maasta ja merestä on ylösnotnut ilmaan, koska saten kautta, lawiat maat likoawat, wirrat täytyvät, laajat järvet suuresti wettyvät." [155].

Frosterus puhuu myös lähteistä, mutta ei kerro, mistä niiden vesi on peräisin:

"Runsasti on Jumala siunannut maan tällä tarpellisella lahjalla. Hän kuljettaa salaiset weden suonet maan powesa myös korkeitten kiwisten mäkein sisällä, että kaiwot andaisit niille asuwaisille wettä kylläxi. Herra kuohutta lähtet wuorten tienoisa, siel-dä ojat juoxewat monisa mutkisa kastelemaan maata, ojat suurenawat, wesi lisäypi, wirrat wuotawat, kosket pauhawat, ja pauhawan weden woimasta myllyt pyöriwät, ja ruskuwat, koska he walmistawat ihmisille jauhoja, lautoja, takowat rautaa ja muita suuria tarpeita, joihin woimaa ja wäkiä tarwitan." [156].

On tietenkin mahdollista, että Frosterus piti pluvialismia itsestään selvänä asiana, mutta hän saattoi vaieta aiheesta yhtä hyvin siksi, että hän oli siitä epävarma, tai siksi, että hän halusi säästää lukijoitaan tältä vanhalta akateemiselta kiistakysymykseltä. Vaikutelmaksi jää, että hän oli pikemminkin pluvialisti kuin semipluvialisti. [157].

"Hyödyllinen huwitus" oli yli puolen vuosisadan ajan ainoa suomenkielinen luonnonopin yleisesitys. Se sai seuraajia vasta 1840-luvulla, jolloin ilmestyi mm. Antero Wareliuksen "Enon opetuksia" (1845). Warelius asettuu täysin selkeästi pluvialismin kannalle: "ENO: Sateeta kuiwuisiwaat wiimein lähteetkin, eikä yhtäkään jokea eikä järweä olisi maan päällä; sillä sateesta ne kaikki syntyvät.

JUSU: Saawatkos lähteetkin sateesta alkunsa'?

ENO: Saawat. Wuorille kokoontuu sateista ja lumipyryistä wettä, jota rakoja ja holoja myöden juoksee maan syvyyteen, ja pulppuaa taas ylös sopivista paikoista. Näin syntyvät lähteet joista purot eli' ojat norisewat; monesta purosta tulee sitten iso joki.

JUSU: Mistäs pilwiin wesi tulee?

ENO: Wetisistä sumuista ja kaasuista. Lämpymyyden tähden eriiä alinomaa kaikista wesistä, järwissä ja rapakoissa, näkymätöintä Wesiutua eli' pieniä Tippa-hiukkoja, jotka köykäisyydestänsä' nousewat ilmaan. Tämä kutsutaan weden markentumiseksi taikka kuiwumiseksi; sillä wesi vähenee näin hiukottain karkaantumisellansa'. Lämpymyys, joka lewittää kaikkia kappaleita, paisuttaa elikkä tekee niin köykäisiksi ne pienet utu-ihukat, että owat warsin tyhjää hotoa, paljoa köykäisempää kuin ilma; sen tähden nousewat ilmaan. - Mutta ehdittyänsä' korkialle, jossa aina on kylmempi, kuin maata' läsnä, wetäyntyä tämä wesiutu ja kokoontuu pilweksi, joka aiwan raskaaksi tultuansa' putoo alas sateena. Ei kuitenkaan ainoastansa' ilman kylmyys, waan myöskin Lieke'-woima (jota jo kerran mainitsin) vaikuttaa paljon sateen syntymiseen." [158].

5.3. Veden fysikaaliset ominaisuudet. Hydrostatiikka

Useissa 1700-luvun dissertaatioissa puututtiin veden ominaisuuksiin. Laajin näistä on vuodelta 1753, Renneruksen-Gadolinin "Cogitationes nonnullae de Aqua magnalium Divinorum praecone". Tämä yleisesitys vedestä ja sen ominaisuuksista sisältää eräitä empiirisen luonnontutkimuksen tuloksia, mutta pääpiirteiltään se on perinteinen luonnonfilosofinen tutkielma. Heti alussa todetaan, ettei veden alkuaineluonteesta ole epäilystä, ja viitataan Thaleksen ja Empedokleen käsityksiin. [159].

Ensimmäinen varsinainen veden ominaisuus, jota tutkielmassa käsitellään, on muoto (figura). Kirjoittaja toteaa, ettei vedellä ole mitään määrättyä muotoa, vaan se voi esiintyä hyvin monen muotoisina kappaleina. [160]. Seuraavaksi käsitellään veden hienorakennetta (subtilitas) ja kerrotaan Leeuwenhoekin (Loevenhokianus) saaneen selville, että vesipisarassa, jonka läpimitta on 1/100 tuumaa, on kaksi biljoonaa vesihiukkasta. Slotten (1898) mukaan vesimolekyylin läpimitta olisi tämän perusteella noin $2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. [161].

Useat muut veden ominaisuudet, kuten nestemäisyys (fluiditas), kosteus (humiditas), raskaus (gravitas), läpinäkyvyys (pelluciditas), kyky liuottaa (vis solvendi), kyky sammuttaa tulta, pisaroiden välinen attraktiovoima (vis attractiva) ja meriveden suolaisuus (salsedo maris) käydään läpi lyhyesti. [162]. Edelleen selostetaan meren virtauksia [163] sekä veden olomuodon muutoksia [164]. Kiistaa herättäneenä ilmiönä mainitaan veden taipumus höyrystyä ja kohota ilmassa ylöspäin, mikä näyttää olevan ristiriidassa sen kanssa, että vesi on raskasta. Kirjoittaja ei ryhdy selvittämään ilmiön syitä. Hän toteaa vain, että niin paljon kuin vettä on ilmaan noussut, saman verran sitä myös alas

palautuu, ja että vesihöyryn kohoaminen ei jatku loputtomiin, vaan pysähtyy tietylle korkeudelle. [165].

Yksi 1700-luvun kiistanaiheista oli veden kokoonpuristuvuus. Tolsdorffin-Hasselbomin dissertaatiossa (1735) pidetään ilmeisenä, että nesteet ovat elastisia ja kokoonpuristuvia. [166]. Lithoviuksen-Planmanin dissertaatio vuodelta 1766 käsittelee aihetta kriittisemmin. Siinä selostetaan Francis Baconin, Robert Boylen ja John Cantonin kokeita, joiden oli väitetty todistaneen veden olevan kokoonpuristuvaa. Kirjoittaja osoittaa, että koetuloksia oli tulkittu väärin. Hänen mielestään veden mahdollisen kokoonpuristuvuuden selvittämiseksi tarvitaan tarkempia kokeita. [167].

Neljän alkuaineen oppi hyväksyttiin edelleen pääpiirteissään 1700-luvun puolivälissä, vaikka se olikin joutunut kriisiin. Browallius [168] ja Gadd [169] asettuivat vastustamaan oppia, jonka mukaan vesi voi muuttua maaksi. Tässä suhteessa he olivat aikaansa nähden hyvin edistyksellisiä. [170]. Veden molekyyli-luonne lienee tullut selväksi samalla, kun Lavoisier'n palamisteoria omaksuttiin Suomessa 1700- ja 1800 -lukujen vaihteessa. Tässä prosessissa oli Johan Gadolinilla keskeinen osuus. [171].

Hydrostatiikkaa tutkittiin Turun Akatemiassa jo Planmanin aikana. Esaias Wegeliuksen 1766 ilmestyneessä dissertaatiossa selvitetään veteen upotettujen ja vedessä kelluvien kappaleiden tasapainoehtoja, osittain omien havaintojen perusteella. Kirjoittaja torjuu Thomas Melvillin esittämän teorian, jonka mukaan veden pinnalla kelluva neula ei joudu kosketuksiin veden kanssa, vaan muodostaa ympärilleen ilmakerroksen, joka tekee kellumisen mahdolliseksi. Hän oli nimittäin havainnut, että varovaisesti vedestä nostetun neulan mukana tulee pieniä vesipisaroita. [172].

1800-luvun alkupuolella suomalainen hydrostatiikan tutkimus oli kansainvälistä huipputasoa. Tällä alalla teki G.G.Hällström merkittävimmit kokeelliset tutkimuksensa. Ne koskivat nesteiden lämpölaajenemista ja erityisesti veden tiheysmaksimin lämpötilaa. Hällström julkaisi tuloksiaan seitsemässä eri kirjoituksessa vuosina 1801-1833. [173]. Lisäksi niitä referoitiin Gilbertin ja Poggendorffin annaaleissa. [174].

Geneveläinen J.A.De Luc oli jo 1772 havainnut, että veden tiheydellä on maksimi noin $+5^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. [175]. Hän oli pannut lasiputkeen vettä ynnä lämpömittarin ja tarkkaillut vedenpinnan korkeutta eri lämpötiloissa. Tällä yksinkertaisella menetelmällä saadut tulokset eivät olleet erityisen tarkkoja. [176]. Sittemmin tiheysmaksimin lämpötilaa määrittivät monet tutkijat eri menetelmiä käyttäen. Hällström selostaa näitä vuoden 1823 julkaisussaan. [177]. Itse hän päätyi pitämään parhaana hydrostaattista menetelmää eli kappaleen punnitsemista vedessä. Yksinkertaisinta oli käyttää areometriä, mutta niin saamiinsa tuloksiin Hällström ei ollut tyytyväinen. Areometrin varsi oli liian paksu, eikä menetelmä ollut kyllin tarkka. Niinpä Hällström katsoi parhaaksi käyttää balanssivaakaa ja kiinnittää punnittavan apukappaleen hiuksen avulla vaakakuppiin. [178].

Vuonna 1823 selostetussa kokeessa oli apukappaleena ontto lasipallo, halkaisijaltaan 2,26 desimaalituumaa eli noin 6,7 cm. Sen sisään oli pantu painoksi hiekkaa, minkä jälkeen se oli suljettu hermeettisesti sulattamalla. Vaaka oli lontoolaisen Hurterin valmistama ja Hällströmin mukaan "ganska känslig" [179]. Apukappaleen hän punnitsi ensin ilmassa, $+20^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa ja 25,6 desimaalituuman [180] ilmanpaineessa. Sitten hän pani pallon tislattuun veteen ja kiinnitti sen hiuksella vaakakuppiin,

joka oli veden pinnan yläpuolella. Tislattua vettä sisältävä astia oli sijoitettu vesihauteeseen suurempaan astiaan, jolloin lämpötilaa voitiin säätää lisäämällä lunta tai lämmintä vettä ulompaan astiaan. Laitteistoon kuului tietenkin myös lämpömittareita ja lisäksi barometri. Punnitukset tehtiin noin puolen asteen välein eri lämpötiloissa 0°C ja 30°C välillä. [181].

Kokeittensa valmistelussa Hällström kiinnitti erityistä huomiota lasin lämpölaajenemisen takia tarvittaviin korjauksiin ja osoitti edeltäjiensä laiminlyöneen ne. Useimmissa punnitusmenetelmää käyttävissä kokeissa ei lasin lämpölaajenemista lainkaan huomioitu, tai sitten käytettiin taulukkoarvoja, jotka lasilaadun ja lämpötilan puolesta eivät sopineet tutkittavaan kappaleeseen. [182]. Jo vuosina 1801-1802 Hällström oli tutkinut käyttämänsä lasin lämpölaajenemista ja todennut, että mikäli sitä ei oteta huomioon, saadaan noin asteen verran liian suuri tulos. [183]. 1820-luvulla hän samoin pyrki selvittämään mahdollisimman tarkasti käyttämänsä lasilaadun lämpötilariippuvuuden. [184]. Myöhemmin hän osoitti, että väärät menetelmät voivat aiheuttaa suurempiakin kuin yhden asteen virheitä. [185].

Vielä merkittävämmäksi osoittautui tulostenkäsittelymenetelmien vaikutus. 1800-luvun alkupuolella käytettiin havaintotulosten analysoinnissa yleensä graafisia menetelmiä sekä erilaisia interpolaaatiomenetelmiä. Hällström sovelsi vuosien 1801-1802 tutkimuksissaan interpolaatiomenetelmää, jota hän selostaa eräässä väitöskirjassaan. [186]. Tällöin ei pienimmän neliösumman menetelmää vielä tunnettu. [187]. 1820-luvulla Hällström oli jo uuden menetelmän vankka kannattaja, yksi sen ensimmäisistä puolestapuhujista. Useimmat tutkijat eivät olleet halukkaita ryhtymään työlääseen laskutyöhön ja pyrkivät selviytymään muulla

tavoin. [188].

Hällström käytti pienimmän neliösumman menetelmää kahdessa vaiheessa. Ensiksi hän määritteli lasin tilavuuden lämpötilariippuvuuden, olettaen pituusdimension muuttuvan lämpötilan funktiona kaavan

$$l = l_0 + c_1 t + c_2 t^2 \quad [189]$$

mukaisesti. Kun lasipallon painosta vähennettiin punnituksen tulos saatiin noste, ja jakamalla se tilavuudella saatiin tiheys kyseisessä lämpötilassa. [190]. Tiheyden riippuvuus lämpötilasta voitiin nyt määrittää, kun oletettiin sen olevan muotoa

$$\rho = \rho_0 + at + bt^2 + ct^3 \quad [191].$$

Tämän lausekkeen derivaatan nollakohta [192] vastaa veden tiheysmaksimin lämpötilaa.

Pienimmän neliösumman menetelmää käyttäessään Hällström esitti aina virhearvion. 1801 hän oli interpolaatiomenetelmällä saanut veden tiheysmaksimin lämpötilaksi $4,35^\circ\text{C}$ ja arvioinut oikean arvon olevan välillä $+4^\circ\text{C} \dots +5^\circ\text{C}$. 1823 hän sai pienimmän neliösumman menetelmällä tuloksen $(4,108 \pm 0,238)^\circ\text{C}$. 1833 hän käytti eräiden approksimaatioiden sijasta Gaussin eliminointikeinoa ja sai veden tiheysmaksimin lämpötilaksi $(4,031 \pm 0,134)^\circ\text{C}$. Tämä tulos on 1800-luvun alkupuolen tarkin. [193]. Yleensä tuon ajan tulokset vaihtelivat välillä $0,44^\circ\text{C} \dots 8,63^\circ\text{C}$. [194].

Hällström ei käyttänyt ensimmäisenä pienimmän neliösumman menetelmää veden tiheysmaksimin lämpötilan määrittämiseen [195], mutta kokeiden järjestäjänä hän oli huoleellisempi kuin useat muut, ja tulosten käsittelyssään hän oli ehkä aikalaisistaan perusteellisempi. Vallankumouksellisenä voidaan pitää hänen työtänsä tilastomenetelmien käytön puolestapuhujana [196], muuten

hänen toimintansa tällä alalla on esimerkki menestyvästä normaalitieteestä.

Hydrostaattisen menetelmän ohella Hällström tutki menetelmää, jossa tarkkaillaan vesipatsaan lämpötilan vertikaalijakauman muutosta lämmitettäessä kylmää vettä. Kun vertikaalin eri pisteissä havaitaan sama lämpötila, on vedellä maksimitiheys. Vastaavasti menetellään, kun jäähdytetään lämmintä vettä. Hällström moitti menetelmää epätarkaksi, koska lämpötila muuttuu nopeimmin nesteen vapaalla pinnalla. Näin havaittu tiheysmaksimin lämpötila on lämmitettäessä liian matala ja jäähdytettäessä liian korkea - ero oli keskimäärin 1,2 astetta. Lämmitettäessä saadut tulokset olivat hieman parempia kuin jäähdytettäessä saadut. [197]. Menetelmä on erittäin mielenkiintoinen ilmeisten hydrologisten sovellustensa kannalta. Hällström ei kuitenkaan viittaa millään lailla vesistötutkimukseen eikä muutenkaan puhu mitään tutkimustensa mahdollisista sovelluksista. [198]. Tästä ei pidä päätellä, että hän ei niitä laisinkaan ajatellut. Esimerkiksi J.V.Snellmanin (1871) mielestä hydrologinen tulkinta oli ilmeinen. [199].

Eräässä varhaisessa tutkimuksessaan Hällström käsittelee kapillaari-ilmiötä, jonka syystä ei tuolloin vielä ollut selvyyttä. [200]. Eräät tutkijat, joista kirjoittaja pitää tärkeimpänä Musschenbroekia [201] olivat havainneet, että vesi nousee korkeammalle pitkissä kuin lyhyissä kapillaariputkissa. Toiset taas eivät olleet havainneet mitään tällaista. Hällström osoittaa, että Musschenbroekin tulokset johtuivat virheellisestä koejärjestelystä. Tämä oli nimittäin puhaltanut suullansa veden putkesta jokaisen mittauksen jälkeen ja lyhentänyt sitten putkea. Tällä tavoin menetellen putki tulee kosteaksi ja likaiseksi, pintajännitys pienenee ja kapillaarinen nousu jää pienemmäksi.

Hällström teki itse samat kokeet käyttäen kahta tapaa poistaa vesi putkesta mittausten välillä, puhaltamalla ja varovaista naputtamista. Edellisessä tapauksessa vesi nousi kerta kerralta vähemmän, jälkimmäisessä taas joka kerta suunnilleen samalle korkeudelle, vaikka putkea välillä lyhennettiinkin. [202]. Hällström toisti vielä kokeensa eri paksuisilla ja eri lasilaaduista valmistetuilla putkilla, mutta tulos oli aina sama. Kaikissa näissä kokeissa oli huoneilman lämpötila noin 18°C . Kun Hällström sitten teki samat kokeet $+34^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa, ei imeminen aiheuttanutkaan nousukorkeuden alenemista. Selitys oli ilmeinen: uloshengitysilman lämpötila on noin 32°C ja se on vesihöyryllä kylästettyä. Kapillaariputkeen joutuessaan se lämpenee, jolloin suhteellinen kosteus pienenee, vesihöyry ei tiivisty ja lasipinta säilyy puhtaana. [203]. Hällström tutki myös hydrodynamiikkaan liittyviä aiheita, varsinkin eri muotoisiin kappaleisiin kohdistuvaa virtausvastusta. [204].

Kuriositeettina mainittakoon vielä H.G.Porthanin graduaalidissertaatio "Aphorismi philosophici" (1759). Yksi kymmenestä aforismista käsitteli ilmiöitä, joita havaitaan vapaasti putoavan vesipisaran osuessa tyyneen vedenpintaan. Matalalta pudottuaan pisara saa aikaan vain ympyrän muotoisen aallon. Pudotuskorkeutta lisättäessä kasvaa pisaran loppunopeus ja syntyvä aaltoliike on voimakkaampi. Jos pisara iskeytyy veteen riittävällä vauhdilla, niin se kimmahdaa takaisin ja vetää perässään vesipatsaan, joka on sitä paksumpi mitä korkeammalta pisara on pudotettu. Patsaan korkeus ei sen sijaan näytä riippuvan pudotuskorkeudesta. Jos nopeutta vielä kasvatetaan, käy lopulta niin, ettei vesipisara enää palaa pintaan, vaan sen putoamispaikalle nousee iso ilmakupla. Kirjoittaja selittää ilmiöiden johtuvan "painovoimasta ja veden nestemäisyydestä". [205].

5.4. Vedenväheneminen ja maankohoaminen

Luonnontieteet ja teologia olivat vapauden ajalla edelleen vilkkaassa vuorovaikutuksessa. Varsinkin nuori teologipolvi sanoutui jyrkästi irti skolastiikasta ja erityisesti Aristoteleesta, "filosofisesta paavista" [206], ja tässä tarvittiin luonnontieteiden apua. Luonnonteologiaa harrastettiin sekä teologisessa että filosofisessa tiedekunnassa. Fysiikan professorin opetusohjelmaan ilmestyi "physica biblica", raamatullinen fysiikka, joka pyrki toisaalta tulkitsemaan Raamattua luonnontieteiden avulla ja toisaalta arvioimaan luonnontieteiden tuloksia Raamatun perusteella. [207]. "Physica biblicaa" luennoivat ainakin Browallius, Mennander ja Gadolin, ja alalta laadittiin myös dissertaatioita. [208]. Suosittu aihe oli vedenpaisumus. [209]. Yleensä pidettiin selvänä, että se oli ollut universaalinen, koko maapalloa käsittävä. Sen sijaan oli epäselvää, mihin kaikki vedenpaisumukseen osallistunut vesi oli joutunut, muuttuiko se maaksi vai poistuiko se jonnekin, esimerkiksi meren pohjassa olevien reikien kautta maan syvyyksiin. Suurimmaksi kiistanaiheeksi muodostuivat väitteet, joiden mukaan vedenväheneminen jatkuu edelleenkin.

Vedenvähenemisopin esitti jo v. 1719 Emanuel Swedenborg [210], mutta yleisen keskustelun kohteeksi se tuli vasta, kun Anders Celsius [211] vuonna 1743 julkaisi asiaa koskevan kirjoituksensa [212]. Hän esittää todisteina vedenvähenemisestä monia havaintoja, joista suuri osa on Etelä-Pohjanmaalta. [213]. Matalat merenlahdet ovat maatuneet, satamat ovat mataloituneet, yksittäiset karit ovat kasvaneet suuriksi luodoiksi ja saariksi. [214]. Paikannimetkin osoittavat usein kaukana merenrannasta sijaitsevien alueiden olevan vanhaa vesijättöä. [215]. Celsius katsoo

näiden esimerkkien perusteella olevan ilmeistä, että vesi on maailmasta vähentynyt ja vähenemässä, mutta ei osaa sanoa ilmiön varmaa syytä. Sen sijaan hän laskee vedenvähenemisen nopeuden ja saa tulokseksi 4 jalkaa 5 tuumaa sadassa vuodessa. [216].

Vedenvähenemisopin kannalle asettuivat mm. Linné [217] ja Wallerius [218]. Se sai kuitenkin pian kiivaita vastustajia, kun eräät historiantutkijat alkoivat soveltaa Celsiuksen laskelmia ajanlaskuun. [219]. Tällöin jouduttiin ristiriitaan perinteisen ruotsalaisen historiankirjoituksen kanssa [220], mikä kuohutti miehiä siinä määrin, että pappissäätö katsoi tarpeelliseksi esittää vuoden 1747 valtiopäivillä vedenvähenemisoppia vastustavan muistion [221]. Browallius, joka 1749 oli nimitetty piispaksi, oli alusta alkaen seurannut keskustelua ja sivunnut sitä eräissä dissertaatioissaan. [222]. Vähän ennen kuolemaansa hän laati aiheesta yli 200-sivuisen tutkielman "Betänkande om vattuminskningen". Tämä 1755 postuumina ilmestynyt teos ratkaisi keskustelun vedenvähenemisopin vastustajien eduksi.

Teoksensa alussa Browallius tarkastelee antiikin filosofien lausumia, joita oli otettu vedenvähenemisopin tueksi. Hänen käsityksensä mukaan nämä puhuvat pikemminkin "maan tai veden siirtymisestä" (Jord- eller Vattu-flyttning) kuin vedenvähenemisestä (Vattu-minskning). [223]. Hän haluaa määritellä ongelman täsmällisemmin. "Suhteellinen" vedenväheneminen [224] on kaikkien nähtävissä ja siitä on kylliksi todisteita. Nyt on selvitettävä, tapahtuuko absoluuttista vedenvähenemistä, eli onko veden kokonaismäärä maailmassa jatkuvasti pienenemässä, ja mikäli näin on, voiko tuo väheneminen olla selityksenä kaikkiin niihin maan pinnalla havaittaviin ilmiöihin ja muutoksiin, joita siihen vedoten on yritetty selittää. [225].

Ensiksi Browallius osoittaa, että vedenvähenemisoppi on risti-
riidassa Raamatun ja historiallisten tosiseikkojen kanssa. [226].
Kotimaassakin on vanhoja historiallisia muistomerkkejä, jotka
sijaitsevat lähellä veden pinnan tasoa, esimerkiksi Turun linna.
Sen luoteisen tornin alla olevan kallion korkein kohta on Gado-
linin vaaitusten (1751) mukaan 24 jalkaa 2 tuumaa [227] merenpin-
nan yläpuolella. Jos vesi olisi laskenut $4\frac{1}{2}$ jalkaa vuosisadassa,
olisi linnan perustukset 1100-luvulla laskettu useita jalkoja
vedenpinnan alapuolella, mikä on tietysti mahdotonta. [228].
Samoin on Suomen rannikolla monia vanhoja puita, jotka olisivat
kasvaneet vedessä, mikäli vedenvähenemisoppi olisi tosi. [229].
Jos siis onkin voitu todistaa, että monin paikoin on maa vallan-
nut alaa vedeltä, ei näin kuitenkaan ole käynyt kaikkialla, ja
sitä paitsi tiedetään paikkoja, joissa vesi on noussut. [230].

Browalliuksen mielestä havainnot, joilla on perusteltu vedenvä-
henemisoppia, voidaan selittää muulla tavoin. Hän osoittaa monin
esimerkein, mm. Samuel Chydeniuksen havaintoihin nojaten, että
jokien, järvien ja joensuistojen mataloituminen johtuu suvanto-
paikkoihin kerääntyvästä hiekasta ja mullasta eikä virtaavan ve-
den vähenemisestä. [231]. Joissakin tapauksissa on kysymys pur-
kautumisreittien ja valuntaolojen muutoksista. [232].

Browallius tarkastelee vielä teorioita, jotka koettavat selittää,
mihin kadonnut vesi on joutunut. [233]. Jotkut sanovat, että vet-
tä haihtuu enemmän kuin sateena palaa takaisin. Ylijäämä häviää
avaruuteen ja poistuu muiden taivaankappaleiden puoleensa vetämä-
nä. Tähän Browallius huomauttaa, että yhtä hyvin maa voisi vetää
puoleensa höyryä ympäröivästä avaruudesta ja muilta taivaankappa-
leilta. [234]. Toisen teorian mukaan vesi siirtyy kohti päivän-
tasaajaa sentrifugaalivoiman vaikutuksesta. Tämä on Browalliuksen

mukaan ajatusvirhe, sillä veden pinnan muotoon vaikuttavat painovoima ja sentrifugaalivoima yhdessä, joten tasapaino vallitsee koko ajan tilapäisiä häiriöitä lukuunottamatta. [235]. Yleisin väite on, että vesi muuttuu maaksi ja kiveksi. Näin väitetään tapahtuvan mm. suistoalueilla. Kyseisten muodostumien oli kuitenkin jo edellä osoitettu olevan peräisin maasta huuhtoutuneesta aineesta. Sitä paitsi ne ovat varsin vähäisiä verrattuna koko siihen vesimäärään, jonka olisi pitänyt maan päältä kadota, mikäli laskelmat vedenvähenemisen nopeudesta pitäisivät paikkansa. [236].

Vilkas keskustelu vedenvähenemisopista vaimeni Browalliuksen teoksen ilmestymisen jälkeen. Jos eriäviä mielipiteitä oli, asianomaiset eivät ainakaan lausuneet niitä julki. [237]. Linnén tiedetään kyllä pysyneen kannassaan [238], ja C.F.Nordenskiöldin tiedetään suhtautuneen Browalliuksen mietintöön kriittisesti [239], mutta pääosa tiedeyhteisöstä ja keskustelua seuranneista säätyläisistä tuli ilmeisesti vakuuttuneeksi vedenvähenemisopin virheellisyydestä. Toisaalta luonnontieteellinen keskustelu oli 1760-luvulta lähtien muutenkin alkanut vaimentua. Paradigmatisoituminen vähensi alaan vihkiytymättömien mahdollisuuksia päästä perille ajankohtaisista tutkimustuloksista. Erikoistumisen vaikutus on myös ilmeinen, jo Planmanin aikana dissertaatioissa käsiteltiin vain harvoja luonnontieteen aloja. Pois jääneiden alojen joukossa olivat physica biblica ja luonnollinen teologia, eikä maailmankuvalukseilla kysymyksillä muutenkaan ole merkittävää sijaa Planmanin ja Hällströmin tieteellisessä tuotannossa. [240].

Ajatuksen maankohoamisesta lienee ensimmäisenä esittänyt Suomen maanmittauskomissionin johtaja Ephraim Otto Runeberg [241], joka selostaa ajatuksiaan Ruotsin tiedeakatemian Handlingar-sarjassa

1765. Hän esittää aluksi lukuisia esimerkkejä maankuoren liikkeistä ja niihin liittyvistä rantaviivan muutoksista. [242]. Näin hän osoittaa, ettei maata suinkaan ole syytä pitää täysin liikkumattomana. Kun tämä on käynyt selväksi, on helppo nähdä, että näennäinen vedenväheneminen johtuukin maankuoren kohoamisesta. Runeberg myöntää, että monessa tapauksessa "vedenvähene- misessä" onkin kysymys lietettymisestä, mutta kaikkea ei tämä Browalliuksen teoria selitä. Esimerkiksi Sulvan Söderfjärden on nopeasti mataloitumassa ja maatumassa [243], mutta siihen ei laske yhtään merkittävää jokea, joka toisi lietettä, ja meren aalloiltakin se on kohtalaisen hyvin suojassa. Samoin on voitu havaita kivien, karien ja luotojen nousevan merestä, mikä ei voi johtua lietettymisestä. Luontevin selitys on maankuoren hidas kohoaminen näillä alueilla. [244].

Runebergin teoria ei juuri herättänyt keskustelua ja jäi pian unohduksiin. Asia nousi uudelleen esille 1800-luvun alussa, jolloin Leopold von Buch esitti maankohoamisteoriansa. [245]. Tämän jälkeenkin monet puhuivat vedenvähenemisestä, joskin tätä käsitettä saatettiin käyttää monessa merkityksessä. [246]. Nyt alettiin ymmärtää, että maa saattoi liikkua eri paikoissa eri suuntiin ja eri nopeuksilla. Vedenvähenemisoppi oli edellyttänyt kaikkialla samaa vähenemisnopeutta, mikä johti Browalliuksen kuvaamiin ristiriitoihin.

G.G.Hällström puhui jo maankohoamisesta selostaessaan 1841 Suomen Tiedeseuralle tutkimuksiaan, jotka pyrkivät selvittämään ilmiön voimakkuutta eri puolilla Suomen rannikkoa. Hän oli vaainnut uudelleen Turun linnan korkeuden merenpinnasta, verrannut tuloksia Gadolinin 90 vuotta aikaisemmin tekemiin vaaituksiin ja todennut, että maa on kuluneena aikana noussut 1,75 jalkaa, mikä

merkitsi 1,92 jalan sekulaarimuutosta [247]. Käytettävissä oli myös eri aikoina kallioon hakattuja merkkejä Hangossa, Jussarössä ja Suomenlinnassa. Näiden 37-83 vuoden jaksojen perusteella lasketut sekulaarimuutokset olivat niin ikään 2 jalan luokkaa. [248].

Säännöllisiä vedenkorkeushavaintoja alettiin rannikoilla tehdä 1850-luvulla [249], ja vähitellen karttui paljon aineistoa maankohoamistutkimuksen käyttöön. Vasta tämän aineiston perusteella saatiin vedenvähenemisteoria lopullisesti väistymään maankohoamisteorian tieltä. [250].

5.5. Hydrometeorologia ja klimatologia

Hydrologian eri aloista oli hydrometeorologia eniten esillä 1700-luvun tieteellisissä julkaisuissa Ruotsissa ja Suomessa. Joukossa on sekä luonnonfilosofisia tutkielmia että orastavan havaintotoiminnan varhaisia dokumentteja. 1800-luvulla painopiste siirtyi vielä niukan havaintoaineiston tilastollisen käsittelyn kehittämiseen. Tutkimusten näkökulma oli yleensä klimatologinen, joten niitä tarkastellaan tässä yhteydessä kokonaisuutena meteorologiaa käsittelevässä jaksossa, vaikka useat niistä liittyvät yhtä lailla muihin geofysiikan aloihin, eräät mm. pintavesihydrologiaan.

Luonnonfilosofinen lähestymistapa jatkoi vanhaa perinnettä, mutta sai myös uusia piirteitä. Hyödyn ajalle tyypillisiä olivat tutkielmat, joissa käsiteltiin luonnonilmiöiden, kuten pakkasen, tuulien ja pilvien hyödyllisyyttä luonnolle ja ihmisille. [251]. Tällaisia "teleologis-fysikaalisia" [252] tutkimuksia laadittiin opinnäytetöinä Mennanderin ja Gadolinin aikana, mutta Planmanin dissertaatiokirjallisuudessa niitä ei enää ole. Sen sijaan teema

on esillä kansantajuisessa kirjallisuudessa, mm. Frosteruksen "Hyödyllisessä huvituksessa". [253].

Empiiristä lähestymistapaa edustaa mm. Hällberghin-Mennanderin "Dissertatio physica de rore". Saksalainen Gersten oli 1728 havainnut, että maanpinnan tuntumaan vaakasuoraan asetetun metallilevyn alapintaan muodostuu kastetta, kun taas yläpinta säilyy kuivana. Tästä hän oli päätellyt kaiken kasteen nousevan maasta, vastoin vallitsevaa käsitystä, jonka mukaan se on peräisin ilmassa olevasta vesihöyrystä. [254]. Kirjoittaja ei hyväksy Gerstenin johtopäätöksiä, vaan selittää levyn yläpinnan kuivuvan nopeasti aamuisin, koska vesi haihtuu helpoimmin avoimelta pinnalta. Hän ei kiellä, etteikö maasta ja kasvien lehdistä haihtuisi höyryjä, mutta ei katso niiden riittävän muodostamaan kaikkea kastetta. [255].

Hällberghin-Mennanderin dissertaatiosta käy ilmi ajalle tyypillinen käsitys, jonka mukaan vesihöyry, sumu ja pilvet muodostuvat pienistä ilmakuplista, joiden pinnalla on vesikalvo. [256]. Tällä kannalla oli myös mm. Nordenskiöld. [257]. Pian teoria kuitenkin menetti kannatustaan, ja Brunneruksen-Planmanin dissertaatiossa "De ascensu vaporum" (1772) siihen suhtaudutaan jo hyvin epäilevästi. Ainakin oli selvää, että vesihöyry saattoi esiintyä muutenkin kuin kuplien muodossa, sillä höyrystymistä oli havaittu tapahtuvan myös ilmattomassa tilassa. [258]. Brunnerus tyytyykin puhumaan vain "höyryhiukkasista". Haihtumisen hän sanoo johtuvan hiukkasten välisistä repulsiovoimista, jotka pääsevät vaikuttamaan hiukkasen joutuessa toisten hiukkasten "attraktio-sfäärien" ulkopuolelle. Mikä tahansa ulkoinen tekijä, joka saa hiukkaset liikkeelle, edistää siten evaporaatiota. [259].

Hydrometeorologian tärkeimmät sovellukset koskivat hallaa ja sen torjuntaa. Aihe oli agraariyhteiskunnassa ja hyödyn ajalla luonnollisesti mitä keskeisin, olihan halla Pohjolassa "viljelijän vihollinen n:o 1". [260]. Alan kirjallisuus jäi kuitenkin vähäiseksi, sillä hallojen syitä pohtineet joutuivat Gaddin tavoin toteamaan, että "aihe on vaikeampi kuin mitä voisi kuvitella" [261]. Gadd laati halloista laajan, 111-sivuisen tutkielman [262], Kalmin johdolla tehtiin aiheesta yksi dissertaatio [263]. Kumpikin teos tietää kertoa, että kesähalloja [264] esiintyy erityisesti soiden, matalien järvien ja lampien sekä purojen ja lähteiden lähetyvillä. Hallantorjuntakeinoina suositellaan varsinkin soiden kuivatusta sekä vesistöjen perkaamista ja ruoppaamista. [265]. Gadd koettaa myös selvittää hallojen syitä. Hän osoittaa, ettei ilmiötä ainakaan voida selittää veteen liuenneilla aineilla, kuten jotkut olivat yrittäneet. Mitään selvää teoriaa hän ei kuitenkaan esitä, vaan tyytyy toteamaan, että "suosta nousevat kylmät höyryt" jäähdyttävät ilman ja aiheuttavat siten hallaa. [266].

Ojitus ja suoviljely lisääntyivät 1700-luvun loppua kohti [267], mutta Suomen Talousseura ei ollut tyytyväinen kehityksen verkkaaisuuteen. Se julisti syksyllä 1801 kirjoituskilpailun, jossa oli määrä selvittää hallojen syitä ja esiintymistä Suomessa sekä hallantorjuntaa. Kiistatta parhaaksi kirjoitukseksi osoittautui G.G.Hällströmin "Om nattfroster i Finland", joka julkaistiin 1807 Talousseuran julkaisusarjassa sekä 1851 erillisenä kirjase-
na. Tämä tutkielma oli aina 1880-luvulle asti suomalaisen hallan-
torjunnan ja -tutkimuksen perusteos.

Hällström katsoo hallan johtuvan haihtumisesta. Hän osoittaa ensin kokeellisilla esimerkeillä, kuinka veden haihtuminen sitoo lämpöä [268]

ja pyrkii sitten osoittamaan, että tämä lämmönhukka riittää aiheuttamaan hallan. Hän lähtee liikkeelle lämpöaineen [269] säilymisestä ja olettaa samassa lämpötilassa olevan höyryn ja veden "lämpökapasiteettien" [270] olevan lämpötilasta riippumatta aina 1,55. [271]. Kappaleen absoluuttisen lämpömäärän hän olettaa samassa olomuodossa riippuvan lineaarisesti lämpötilasta. [272]. Jääkylmän veden haihtuessa hän saa syntyvän vesihöyryn lämpötilaksi $-60,5^{\circ}\text{C}$ ja 20°C lämpöisen veden haihtuessa vastavasti $-47,6^{\circ}\text{C}$, mutta hän toteaa heti, etteivät höyryt toki todellisuudessa ole näin kylmiä. Ne ottavat lämpöä ympäristöstään, joka tällöin jäähtyy. [273].

Lämmönhukan määrittämiseksi oli luonnollisesti tunnettava haihdunta. Walleriuksen [274] ja eräiden muiden antamien tietojen mukaan Hällström arvioi vapaalta vedenpinnalta haihtuvan kesäaikaan vuorokaudessa noin $1/10$ tuumaa (n. 3 mm). Vertaillakseen haihduntaa erilaisilta pinnoilta hän teki haihdutuskokeita laboratoriossa. Osoittautui, että märkä turve ja savensekainen vesi haihduttivat hieman enemmän kuin puhdas vesi. Tämä näytti ainakin alustavasti selittävän, miksi halloja esiintyy juuri soiden ja matalien lammikoiden lähetyvillä. [275].

Tärkeämpänä kuin vesipinnan laatua Hällström pitää lämpövaraston suuruutta. Syvässä järvestä on vedessä riittävästi lämpöä korvaamaan haihtumisessa menetetty, kun taas matala lätäkkö ja suon pinta kuluttavat pian lämpövarastonsa ja jäähtyvät nopeasti. Suot saattavat kyllä olla hyvinkin syviä, mutta suokasvit ovat huonoja lämmönjohtajia, joten ainoastaan pintakerros osallistuu lämmön luovuttamiseen. Haihtumiseen tarvittavaa lämpöä on tällöin otettava ilmasta, joka pienen lämpökapasiteettinsa vuoksi jäähtyy hyvin helposti. Ääritapauksena Hällström laskee, että jos kaikki

haihtumislämpö otetaan ilmasta, voi 3 mm haihdunta jäähdyttää 12°C lämpöisen ilman veden jäätymispisteeseen yli 7 m paksuisessa kerroksessa. [276].

Seuraavaksi Hällström selittää, miten halla leviää syntypaikkonsa ulkopuolelle. Kylmä ilma on painavampaa kuin lämmin, joten se levittäytyy tasaisilla mailla laajaksi kerrokseksi maan pinnalle. Kaltevassa maastossa se liikkuu alaspäin ja kerääntyy alavimpiin paikkoihin. Tästä johtuen alavat paikat ovat hallanarkoja ja korkeat mäet yleensä turvassa hallalta. Erityisen hallanarkoja ovat lähteiden ympäristöt, jotka ovat sekä kosteita että muuta maastoa matalampia. [277].

Kasvien transpiraation Hällström toteaa lisäävän haihduntaa. Niinpä tiheä viljapelto on hallanarempi kuin harvaan kasvava. Eri kasvien välillä on tosin suuria eroja. Lehtimetsät haihduttavat enemmän kuin havumetsät ja ovat siten hallanpesiä. Kasvien hallankestävyys taas riippuu suuresti sen rakenteesta. Yleensä juoksevanesteiset, hyvin lämpöä johtavat kasvit vahingoittuvat helpoimmin. [278].

Haihtumisteorian suurin vaikeus oli selittää, miksi tuuli ja pilvipeite selvästi vähensivät hallanvaaraa. 1800-luvun alussa tiedettiin jo yleisesti, että tuuli lisää haihduntaa, joten sen olisi pitänyt lisätä myös halloja. Hällström selittää, että näin ei käy, koska tuuli sekoittaa tehokkaasti keskenään kylmän ja lämpimän ilmamassan. [279]. Pilvissä taas vesihöyry tiivistyy pieniksi vesipisaroiksi, jolloin vapautuu lämpöä. [280].

Hällströmin hallateoria hyväksyttiin Suomessa yleisesti melkein koko 1800-luvun ajan. Vasta 1880-luvulla Lemström ja Homen

osoittivat hallojen johtuvan säteilyn aiheuttamasta lämmönhu-
kasta. [281].

1820-luvulla Hällström tutki mm. ilman kosteuden mittaamista
Augustin psykrometrin avulla. Hän halusi kokeilla, voisiko psyk-
rometrissä veden korvata spriillä, jolloin laitetta olisi mah-
dollista käyttää myös pakkasella. Tässä tarkoituksessa hän teki
havaintoja 0°C ja 15°C välillä ja määrittä sitten pienimmän ne-
liösumman menetelmää käyttäen vesi- ja spriipsykrometreillä ha-
vaittujen lämpötilaerojen välisen riippuvuuden, jonka hän olet-
ti toisen asteen polynomin muotoiseksi. Näin saamansa yhtälön
hän katsoi olevan voimassa myös negatiivisissa lämpötiloissa. [282].

1700-luvulla alettiin Pohjoismaissa tehdä säännöllisiä meteoro-
logisia havaintoja. Havaittavien suureiden joukossa oli myös sa-
demäärä, joskin useimmiten tyydyttiin vain merkitsemään muistiin
sateiset ja pilviset päivät. Sademittari (ombrometri) mainitaan
jo 1732 Röringin-Hasselbomin dissertaatiossa [283], joten se ai-
nakin tunnettiin, mutta varmoja tietoja sen käyttämisestä Suo-
messä 1730-luvulla ei ole säilynyt. [284]. Ruotsissa säännöllii-
set sadehavainnot aloitti Celsius Uppsalassa 1739. [285]. Suomi
ei ollut paljoa jäljessä, sillä ensimmäisen pitkäaikaisen havain-
tosarjan aloitti Johan Leche Turussa 1750. Se jatkui pieniä kes-
keytyksiä lukuunottamatta aina vuoteen 1800. [286].

Leche konstruoi sademittarinsa itse. Hän ei ollut tyytyväinen nä-
kemiinsä ombrometreihin, joissa yleensä oli puinen keräysastia.
Puu nimittäin imee itseensä kosteutta, joka sitten haihtuu ja jää
havainnon ulkopuolelle. Lechen ombrometrin keräysastia oli läkki-
peltiä. Neliön muotoisen suuaukon pinta-ala oli noin 150 cm^2 .
[287]. Sadevesi valui peltistä suppiloa pitkin lasipulloon. Laite

asetettiin kolmen kyynärän korkuiseen pylvään päähän, avoimelle paikalle puutarhaan. Se irrotettiin aina mittausta varten ja tyhjennettiin erilliseen mitta-astiaan. [288].

Leche mittasi ombrometriin kertyneen sademäärän aina sateen jälkeen. Kovassa lumipyryssä hän joutui joskus myös sadetapahtuman aikana tyhjentämään keräysastian, jotta se ei täyttyisi. Tulokset hän ilmoitti kuukausisadantoina. 12 vuoden jaksona 1750-1862 oli vähäsateisin kuukausi tammikuu (1,20 tuumaa eli 35,7 mm) ja runsassateisin elokuu (2,74 tuumaa eli 86,0 mm). [289]. Eniten satoi yhden kuukauden aikana elokuussa 1760 (4,79 tuumaa eli 142 mm) ja vähiten heinäkuussa 1757, jolloin ei Lechen mukaan satanut lainkaan. Koko jakson keskimääräinen vuosisadanta oli 20,4 tuumaa (607 mm). [290]. Vertailun vuoksi todettakoon, että vuosien 1931-1960 keskimääräinen vuosisadanta oli Turun lentoasemalla 542 mm ja Piikkiön Yltöisissä 599 mm. [291].

Leche panee merkille erityisesti sen, että talvisin sataa vähemmän kuin kesäisin. Tätä hän pitää osoituksena erityisestä Jumalan armosta ja johdatuksesta, sillä päinvastaisessa tapauksessa kevättulvat muodostuisivat erittäin tuhoisiksi. Kesällä taas sadevesi koituu pääasiassa hyödyksi. [292].

Ajan hengen mukaisesti Leche tähtäsi tutkimuksillaan käytännön hyötyyn. Hän arveli, että tulevaisuudessa, kun havaintoaineistoa on riittävästi, olisi ehkä mahdollista ennustaa jo keväällä, tuleeeko kesästä sateinen vai kuiva. [293]. Hän ehdotti myös, että suorien havaintojen puutteessa voitaisiin parin edellisen vuosisadan kesäsadannat arvioida mittaamalla kuivalla paikalla kasvien puiden vuosirenkaiden paksuuksia. [294].

Kaikkien meteorologisten pohdiskelujen ja ennustusyritysten hyödyllisyyttä Leche ei pidä yhtä ilmeisenä:

"Huru mycket luft-vatten hvar och en Vind gifver, vore artigt att veta; men det kan ingen säga, utom den, som ingen annan sysla har, än at passa på väder och vind." [295].

Lechen Turussa havaitsemat sademäärät olivat huomattavasti suuremmat kuin Uppsalassa havaitut [296], minkä sekä Leche [297] että Wargentin [298] katsoivat johtuvan meren läheisyydestä.

Leche koki säähavaintojen teon loppuvaiheessa hyvin rasittavaksi. Hänen terveytensä horjui ja hän kuolikin jo 1764. Havaintojen tekoa jatkoi Kalm, jonka sadehavainnoissaan noudattamista periaatteista ei valitettavasti ole säilynyt tietoja. Muilta kiireiltään hän ei ehtinyt julkaista havaintojaan, ja alkuperäiset havaintopöytäkirjat ovat tietävästi tuhoutuneet Turun palossa. [299]. Tulokset ovat kuitenkin säilyneet jäljennöksinä Ruotsin Tiedeakatemian arkistossa Tukholmassa. [300].

Havaintotoiminnan kehittämisessä Kalm näyttää pitäneen määrää tärkeämpänä kuin laatua. Gudseuksen-Kalmin dissertaatiossa "Oför-gripeliga tanckar om sättet at anställa meteorologiska observationer och theras nytta i oeconomien" (1754) annetaan ymmärtää, että aivan tyydyttävä sademittari on tavallinen sanko, johon kertynyt vesimäärä mitataan aina kuukauden lopussa. [301]. Kirjoittaja tosin huomauttaa, että on mahdollista valmistaa "tarkempikin mitta-astia". [302]. Muista meteorologisista kojeista hän suosittelee mm. hygrometriä ja barometriä. Jälkimmäistä hän neuvoa käyttämään hyväksi sateen ennustamisessa. [303].

Optimistisin ja intomielisin säähavaintojen kehittämistä ajava kirjoitus oli Johan Laguksen [304] graduaalidissertaatio "De utilitate observationum meteorologicarum in physica", jonka hän

laati Mennanderin johdolla 1751. Kirjoittaja arveli, että sään ennustamisessa voidaan melko pian päästä samaan tarkkuuteen kuin taivaankappaleiden liikkeiden ennustamisessa. [305].

Turun sadehavainnot jatkuivat 1700-luvun loppuun asti, havaitsijoina mainitaan "yliopiston opettajat". [306]. Vuodesta 1786 lähtien havainnot tehtiin Mannheimin meteorologisen seuran [307] ja Ruotsin tiedeakatemian [308] suosituksia seuraten kolmesti päivässä. [309]. Tämä oli selvää liioittelua, ja ylimääräinen rasitus lienee ollut yhtenä tekijänä aiheuttamassa sadehavaintojen lakkaamisen 1800-luvun alussa. Meteorologisiin havaintoihin suhtauduttiin kyllä edelleen hyvin myönteisesti, mutta pääpaino oli entistä selvemmin lämpötila- ja ilmanpainehavainnoissa. Sateeseen ei juuri kiinnitetty huomiota. Kuvaavaa on, että G.G.Hällström, joka muuten oli erittäin ahkera havaitsija ja havaintotoiminnan puolestapuhuja, ei missään julkaisussaan mainitse sadehavaintoja. Hänen tiedetään kylläkin käyttäneen ombrometriä, mutta vain satunnaisesti. [310].

1800-luvun alkupuolella Suomi oli pitkään kokonaan ilman sadehavaintoja. Lähimmät jatkuvat aikasarjat ovat Uppsalasta ja Pietarista. Vuosilta 1819-1827 on tosin Robert Frosteruksen [311] havaintosarja Kalajoelta. Se käsittää vain lumettoman ajan, käytännössä toukokuusta lokakuuhun. [312]. 1844 alkoivat sadehavainnot Helsingin Kaisaniemessä magneettis-meteorologisen observatorion yhteydessä, 1847 Suomenlinnassa ja 1859 Multialla, Ilomantsissa, Kiteellä sekä Myrskylässä. Multian ja Ilomantsin havainnot loppuivat samana vuonna, kun taas Kiteen ja Myrskylän havainnot jatkuivat koko 1860-luvun, jälkimmäiset tosin vuodesta 1861 Orimattilassa, jonne havaitsija oli muuttanut. [313]. Helsingin Kaisaniemen havainnot ovat jatkuneet keskeytyksettä

meidän päiviimme asti. - Kaikkia havaintoja ei voida pitää luotettavina, esim. Suomenlinnassa saatiin 1848 vuosisadannaksi peräti 1096 mm. [314].

Muu meteorologinen havaintotoiminta kehittyi maassamme hieman paremmin [315], mutta oli edelleen varsin vaatimatonta, kuten naapurimaissakin. [316]. Sen sijaan havaintoaineiston käsittelyssä Suomella oli yksi alan johtavista tutkijoista, G.G.Hällström, joka oli ensimmäisten joukossa ottamassa käyttöön pienimmän neliosumman menetelmää ja harmonista analyysiä. Näitä hän sovelsi moniin eri ilmiöihin: ilmanpaineen ja lämpötilan vuorokausivaihteluihin, lämpötilan vuotuiheen vaihteluun, pysyvän jääpeitteen tulon ja jään katoamisen ajankohdan muutoksiin, erilaisten meteorologisten ja fenologisten ilmiöiden latitudiriippuvuuteen jne.. Osa aineistosta oli hänen omia havaintojaan, mutta hän käsitteli runsaasti myös muiden hankkimaa aineistoa, sekä kotimaista että ulkomaista. - Samoja menetelmiä sovelsivat itsenäisesti ainakin Nervander ja Eklöf.

Periodisia ilmiöitä tarkastellessaan Hällström käytti 1820-luvulta lähtien yleensä harmonista analyysiä. Poikkeuksena on 1824 ilmestynyt laaja tutkielma vuorokauden keskilämpötilan määrittämisestä. Siinä hän Trallesin [317] kehittämää menetelmää soveltaen kontruoi lämpötilan vaihtelua kuvaavan käyrän yhden vuorokauden pituisen jakson neljästä paraabelista, joiden kunkin huippu on lämpötilan ääriarvopisteessä. Käyrän piirtämiseen tarvitaan maksimi- ja minimilämpötilat sekä ainakin kaksi pistettä kunkin ääriarvon väliltä. Ruotsissa oli vuodesta 1785 tehty tie-deakatemian suositusten mukaisesti havaintoja päivittäin klo 6, 14 ja 22. Minimilämpötilasta ei näin saatu tietoja, ja havaintoja oli muutenkin liian harvassa, jotta niitä olisi voitu tutkia

Trallesin menetelmällä. Hällström kelpuutti tutkimuksensa kokeeksi ainoastaan Pariisissa ja Hallessa tehdyt havainnot sekä omat Turussa tekemänsä havainnot. [318].

Tutkimus osoitti, että ruotsalaisten tapa laskea keskilämpötila edellä mainittujen kolmen havainnon keskiarvona johtaa virheellisiin tuloksiin. Englantilaiset taas laskivat keskilämpötilan maksimin ja minimin keskiarvona, mikä antoi vähän paremman, mutta kuitenkin harhaisen arvon. Hällström katsoi, että sen korjaamiseksi riittää lisätä paikkakunnalle ominainen korjaustermi.

Esim. Turussa keskilämpötila olisi

$$T = \frac{1}{2}(T_{\max} + T_{\min}) + 0,31^{\circ}\text{C} . \quad [319]$$

Myös ruotsalaisten havainnot on mahdollista käyttää, mutta tällöin on joka kuukaudelle laskettava oma korjaustermi. [320]. Jos havainnot halutaan tehdä vakioaikoina, olisi paras ratkaisu tehdä ne klo 10 ja 22. Tällöinkin joudutaan käyttämään eri korjaustermejä. [321].

Hällströmin ensimmäinen merkittävä harmoniseen analyysiin perustuva tutkimus koski ilmanpaineen vuorokausivaihteluja. [322].

Myöhemmin hän sovelsi tätä "Besselin kaavan käytöksi" [323] kutsumaansa menetelmää useisiin ilmanpaine- ja lämpötila-aineistoihin. [324]. Näiden joukossa oli kolme kotimaista lämpötilahavaintosarjaa: Helsingistä, Vöyristä ja Hailuodosta. [325]. Hällström ei näiden kohdalla ollut kiinnostunut vuorokausikeskiarvoista, vaan pyrkii hahmottamaan kuvan lämpötilan vuotuisesta kulkusta. Hän käsittelee kutakin paikkakuntaa ja havaintohetkeä [326] erikseen ja sovittaa lämpötilan aikariippuvuuden lausekkeeseen

$$T = a + b\sin(30 \cdot n + \alpha) + c\sin(60 \cdot n + \beta),$$

missä n on kuukauden järjestysluku ja a, b, α ja β havaintotuloksista määritettäviä vakioita. [327]. Yhtälön avulla voidaan laskea

esim. talven ja kesän pituus. [328]. - Paikkakuntia vertailtaessa osoittautui Vöyrin ilmasto selvästi muita mantereisemmaksi.

[329]. Tätä pidettiin yllättävänä, sillä Vöyrin tiedettiin olevan rannikkopitäjä. Hällström muistuttaa, että havainnot oli tehty Vöyrin kirkolla, joka sentään sijaitsee kahden peninkulman päässä rannikolta. [330].

Pisimmät käytettävissä olevat havaintosarjat koskivat jäidenlähettä. Monet vesistöjen rannoilla asuvat merkitsivät tämän vuotuisen merkkitapahtuman ajankohdan muistiin, ja eräiltä paikkakunnilta säilyi pitkiäkin havaintosarjoja. Hällström yrittää saada niiden perusteella tietoa ilmaston sekulaarimuutoksista. Hän olettaa ilmaston joko kylmenevän tai lämpenevän siten, että jään katoamisen keskimääräinen ajankohta t riippuu lineaarisesti vuosisluvusta Z :

$$t = a + b(Z - Z_0). \quad [331].$$

Hällström käsitteli havaintosarjoja useilta paikkakunnilta: Pietarista, Porvoosta, Turusta ja Västeråsista, jotka kaikki sijaitsivat suunnilleen samoilla leveysasteilla [332], sekä Isostakyröstä [333] ja Arkangelista [334]. Vakiot a ja b hän laski pienimmän neliösumman menetelmällä. Esimerkiksi Turussa

$$t = 20,55 - 0,0334(Z - 1740) \text{ eli}$$

$$t = 18,55 - 0,0334(Z - 1800).$$

Sekulaarimuutos on tietenkin b kerrottuna luvulla 100 eli $3,34$ vrk/100 v. Yhteenveto tuloksista virhearvioineen on taulukossa 1. Mukaan on liitetty myös Johan Eklöfin vastaavat laskelmat Kokemäenjoelta. [335].

Paikkakunta (vesistö)	Jakso	Jään katoamisen ajankohta v. 1800	Sekulaari- muutos 100(b \pm b)
Pietari (Neva)	1719-1836	20.4	2,22 \pm 0,15
Porvoo (Porvoonjoki)	1771-1839	23.4	0,28 \pm 0,44
Turku (Aurajoki)	1740-1779, 1784-1785, 1800-1839	19.4	-3,34 \pm 0,27
Västerås (Mälaren)	1712-1793	29.4	13,76 \pm 0,45
Isokyrö (Kyrönjoki)	1739-1840	25.4	-1,03 \pm 0,22
Arkangeli (Dvina)	1734-1839	12.5	1,66
Pori (Kokemäenjoki)	1801-1849	25.4	-8,51 \pm 1,05

Taulukko 1. Jään katoamisen ajankohdan sekulaarimuutos eräissä vesistöissä G.G.Hällströmin ja J.Eklöfin mukaan.

Pietarin, Arkangelin ja Isonkyrön aineistot käsittävät myös pysyvän jääpeitteen muodostumisen ajankohdat, ja Hällström menettelee niiden suhteen aivan kuten jäidenlähtöä tutkiessaan. Näin hän saa "kesän pituudeksi" [336] Pietarissa 217, Isossakyrössä 205 ja Arkangelissa 178 päivää. [337]. Tämä osoittaa selvästi, että ilmasto on Isossakyrössä, kuten muuallakin Suomessa, lämpimämpi kuin pohjoinen sijainti antaisi aiheutta olettaa. [338].

Yleinen käsitys oli, että uudisraivaus ja lisääntynyt viljelys vaikuttavat ilmastoon leudontavasti. Siksi näytti oudolta, että jäidenlähtö oli siirtynyt myöhäisemmäksi Pietarissa ja Västeråsissa, jotka molemmat sijaitsevat viljelysmaiden keskellä. Hällström arvelee ilmiön johtuvan sateiden vähenemisestä. Jäidenlähtö riippuu hänen mukaansa paitsi lämpötilasta, myös lumen ja sulamiskauden sateen määrästä. [339]. Koska aukeilla mailla on havaittu pienempiä sademääriä kuin metsissä, on hänen mielestään ilmeistä, että metsien väheneminen johtaa sateen vähenemi-

seen. Samalla yleistyvät selkeät sääät, jolloin myös sulamista hidastavia yöpakkasia on enemmän. [340].

Suomen Tiedeseuralle 1839 pitämässään esitelmässä Hällström poh-tii, onko ilmaston muutoksia todella syytä kuvata lineaarisella funktiolla vai olisiko jokin periodinen funktio parempi. Hän to-teaa kylmien ja lämpimien jaksojen vuorottelevan havaintosarjois-sa, mutta epäsäännöllisesti, joten trigonometristen funktioiden käyttö ei vastaisi tarkoitustaan. [341].

Klimatologisissa tutkimuksissaan Hällström tarkastelee myös usei-den luonnonilmiöiden riippuvuutta latitudista. 1820-luvulla hän käyttää lauseketta

$$x = a + b\sin\lambda + c\sin^2\lambda,$$

missä x on tutkittava suure, λ on latitudi ja a , b sekä c ovat havainnoista pienimmän neliösumman menetelmällä määritettäviä vakioita. Ensimmäinen sovellus [342] on lumirajan korkeuden riip-puvuus latitudista, jolle Hällström saa yhtälön

$$h = 4799,2 + 571\sin\lambda - 4876,0\sin^2\lambda.$$

(Tässä käytetään yksikkönä metriä, alkuperäisessä julkaisussa pituusyksikkönä on Pariisin syli.) Käytetyt 52 havaintoa ovat eri puolilta maailmaa, pohjoisimmat Skandinaviasta. Hällström huomauttaa, ettei yhtälö ole voimassa napa-alueilla. Se antaisi lumirajan korkeudeksi esim. pohjoisnavalla $(494 \pm 124)\text{m}$, kun to-dellisuudessa napa-alueilla lumi ja jää ulottuvat ympäri vuoden meren pintaan asti. [343].

1840-luvulla Hällström ryhtyi tutkimaan fenologisten ilmiöiden riippuvuutta latitudista. Hänen aineistonsa, joka oli peräisin Suomesta ja Ruotsista, käsitti havaintoja kasvi- ja eläinkunnan tapahtumista sekä jäidenlähdestä ja jäätymisestä. Tutkittavia ilmiöitä oli 73 ja havaintopisteitä ilmiöstä riippuen vähintään

4, enimmillään peräti 36. Hällström etsi kunkin ilmiön esiintymisajankohdan n riippuvuutta latitudista muodossa

$$n = m + \sqrt{v} \sin^2 \lambda,$$

missä m ja \sqrt{v} ovat empiirisiä vakioita.

Hällström selosti fenologisia tutkimuksiaan Suomen Tiedeseuran kokouksessa huhtikuussa 1844. Pian tämän jälkeen hän sairastui ja kuoli kesäkuun alussa, ja tutkimukset jäivät kesken. Oscar Johansson tutustui 1900-luvun alussa Hällströmin aineistoon, suoritti loppuun laskutoimitukset ja julkaisi tulokset. [344]. Niiden mukaan esim. jäidenlähdön ajankohta joissa ja pienissä järvissä, tammi-kuun alusta laskettuna, olisi

$$n = -59 + 228 \sin^2 \lambda.$$

60. leveysasteella jäidenlähdön pitäisi tapahtua keskimäärin 22.4 ja 65. leveysasteella 9.5. Suurissa järvissä vastaavat päivämäärät olisivat 26.4 ja 24.5. Kevät etenisi siis Suomessa pohjoista kohti yhden leveysasteen 3-6 päivässä. Tuloksista käy myös ilmi, että nopeus kasvaa pohjoista kohti, minkä Hällström selittää johtuvan pitemmistä päivistä. [345].

Sekä 1820-luvun että 1840-luvun tutkimuksissaan Hällström kuvasi luonnonilmiöiden riippuvuutta latitudista trigonometrisillä funktioilla. Kumpikin käytetyistä funktioista käyttäytyy jossain määrin epäfysikaalisesti. [346]. Johansson pitää sinin neliötä huonona ratkaisuna ja ehdottaa lineaarista riippuvuutta muodossa

$$n = a + b(\lambda - 50). [347].$$

Hän kokeili tämän kaavan käyttöä joihinkin ilmiöihin ja totesi sen sopivan havaintoaineistoon paremmin kuin Hällströmin kaavan. [348].

5.6. Pintavesihydrologia

Hydrologian asema 1700- ja 1800 -lukujen Suomessa oli varsin epämääräinen. Tavallisesti alan tutkimukset esiintyivät jonkun muun tieteenalan yhteydessä. J.G.Wallerius yritti tosin vakiinnuttaa 'hydrologiaa' tieteenalan nimenä [349], mutta sana ei tullut yleiseen käyttöön. 'Hydrologia' esiintyy kylläkin kahden Gaddin 1700-luvun dissertaation nimessä [350] ja Hällströmin hallatutkielmassa [351]. Vähitellen sen syrjäytti 'hydrografia', joka on käytössä niinikään Gaddilla [352] ja mm. Hällströmin veljeksillä [353]. Sanasto oli kuitenkin edelleen vakiintumatonta ja sanojen valinta tuotti tutkijoille ajoittain vaikeuksia. [354]. Terminologian lailla olivat myös menetelmät vakiintumattomia ja alkeellisia. Empiiristä lähestymistapaa pidettiin joka tapauksessa arvossa, ja kuvailun lisäksi pyrittiin usein kvantitatiivisiin tuloksiin, vaikka havaintoaineiston laadusta johtuen ei ollutkaan aiheellista odottaa kovin luotettavia tuloksia. Hydrologian tutkimuksen voidaan sanoa olleen Suomessa semiparadigmaattisessa vaiheessa aina 1900-luvun alkuun asti. [355].

Hydrologisten havaintojen tarpeellisuudesta puhuttiin Suomessa jo 1700-luvulla. Gudseuksen-Kalmin dissertaatiossa (1754) kehoitetaan meren ja suurten järvien rannoilla asuvia rakentamaan vedenkorkeusasteikkoja. Kirjoittaja suosittelee rimasta valmistettavaa, irrotettavaa, noin kahden kyynärän pituista asteikkoa, joka ripustetaan aina mittauksen yhteydessä rantaveteen juntattuun paaluun. Asteikon nollakohta, paaluun lyöty naula, on ajoittain vaaitsamalla tarkistettava, joten rantakallioon on hakattava tätä varten merkki. [356]. Kirjoittaja ei kerro, kuinka usein asteikkoa olisi luettava. - Kalmin dissertaatiot laadittiin yleensä ruotsiksi, jotta mahdollisimman moni olisi niihin voinut

perehtyä. Ei kuitenkaan tiedetä, oliko kukaan järven rannalla asuva ottanut kehotuksesta vaarin ja rakentanut asteikon. Seuraavien vuosikymmenien ajalta ei ole säilynyt tietoja säännöllisistä vedenkorkeushavainnoista Suomen sisävesistöissä, Ainoastaan joitakin poikkeuksellisia tapahtumia merkittiin muistiin. [357]

Gudseuksen - Kalmin dissertaatiossa kehoitetaan matkustavaisia pitämään mukanaan lämpömittaria ja mittaamaan veden lämpötilaa kaimoissa, lähteissä, joissa, järvissä ja meressä. [358]. Tarpeellisinä pidetään myös mm. lumen määrää sekä jään paksuutta ja kantavuutta koskevia havaintoja. [359].

Ensimmäinen tieto Suomessa tehdyistä virtaamamittauksista on Idmanin - Gaddin dissertaatiossa "Om Ström-rensningars nytta och nödwändighet i Björneborgs län" (1772). Mittaukset tehtiin Kokemäenjoella G.Janssonin [360] johdolla, ilmeisesti vuosina 1758-1763. Mittauslaitteista ei ole tietoa, mutta luultavasti käytössä oli pintakoho. Kokemäenjoen virtaamaksi keskimääräisellä vedenkorkeudella saatiin 61678800 kuutiojalkaa tunnissa [361] eli $448 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, mikä Blomqvistin (1916) mukaan on noin kaksi kertaa todellinen virtaama. [362]. Putajanjoessa puolestaan virtasi Janssonin mukaan ennen perkausta 2180000 tynnyriä vettä tunnissa ja perkauksen jälkeen 2746800 tynnyriä tunnissa. [363].

Kahdessa Gaddin johdolla 1786 ilmestyneessä dissertaatiossa käsitellään tulvien syitä ja tulvantorjuntaa. [364]. Nils Johan Kekonius [365] mainitsee tulvien vaivaamina alueina erityisesti Kokemäenjoenlaakson, Päijänteen ranta-alueet ja Pohjanmaan. Eniten hävitystä olivat tulvat aiheuttaneet Huittisten ja Pudasjärven pitäjissä. [366]. Kekoniuksen mielestä tulvat olivat selvästi lisääntyneet, minkä hän katsoo johtuvan metsien hävittämisestä.

Tulvia oli tosin ollut silloinkin, kun maa oli kokonaan metsien peitossa. Itse asiassa asutuksen ja viljelyksen leviäminen vähensi aluksi kevättulvia, sillä ensiksi otettiin viljelykseen rannikkoseudut ja jokien alajuoksut. Kun metsät oli raivattu pelloiksi, pääsivät auringonsäteet esteettömästi maan pinnalle lunta sulattamaan. Näin alajuoksujen sulamisvedet ehtivät virrata alta pois, ennen kuin yläjuoksujen metsistä ja suurista järvistä tulevat "enovedet" saapuivat alajuoksulle. Tulvasta tuli siten kaksiosainen, ja tulvahuippu jäi pienemmäksi. [367].

1700-luvulla asutus levisi yhä pitemmälle sisämaahan ja jokien yläjuoksuille. Pellonraivauksen ja kaskeamisen lisäksi metsiä kuluttivat turvenpoltto ja puutavarahakkuut. Nyt aukeaa maata oli yhä enemmän myös yläjuoksulla, ja sulaminen tapahtui samanaikaisesti kaikkialla. Tästä oli tietenkin seurauksena entistä pahempia tulvia. Luonnontilassa sulaminen sentään tapahtui hitaammin, koska suurin osa maata oli metsien peitossa. Kekonius arvelee tulvien vain pahenevan metsänraiskauksen edetessä. [368].

Metsien hävittäminen ei suinkaan ollut ainoa syy tulvien lisääntymiseen. Kekonius mainitsee myös varomattomat koskenperkaukset, purkaantumisreittien muutokset, erilaiset veden kulkua estävät vesilaitokset kuten myllyt ja sahat, vesistöjen liettymisen sekä jääpadot. Usein taas tulvavahingot johtuvat maanviljelijän omasta varomattomuudesta eivätkä vesimäärien kasvusta, peltoja on nimittäin raivattu liian alaville paikoille. [369].

Carl Johan Schaefferin [370] dissertaation tulvantorjuntasuosituksukset perustuivat Kekoniuksen esittämiin käsityksiin tulvien syistä. Niitä selostetaan jaksossa 5.9.

1800-luvun alkupuolella varsinainen hydrologia näyttää lähes kokonaan kadonneen yliopiston tutkimushankkeista. Erikoistuminen ja perustutkimuksen nousu eivät suosineet tätä sovellukseen painottunutta alaa. G.G.Hällström oli tosin hyvin perillä hydrologian problematiikasta [371], mutta hänen tutkijan mielenkiintonsa suuntautui muille aloille. Hydrologian tutkimuksen painopiste alkoi yhä enemmän siirtyä yliopiston ulkopuolelle. Tärkeimmäksi instituutioksi muodostui koskenperkausjohtokunta, joka oli vastuussa myös hankkeittensa yhteydessä tarvittavasta tutkimustyöstä. [372].

G.G.Hällström piti jo vuonna 1819 virtaamamittauksia vesirakennushankkeisiin liittyvän tutkimuksen olennaisena osana. [373]. Koskenperkausjohtokunnan tiedetäänkin tehneen virtaamamittauksia, joskin satunnaisesti. Valmiita tuloksia ei ensimmäisiltä vuosikymmeniltä ole säilynyt lainkaan, joten Hällströmin suositukset saivat tältä osin odottaa toteuttamistaan. Hällström ei kerro, millaisia laitteita mittauksissa tulisi käyttää. Pintakohoja oli joka tapauksessa käytössä [374], mutta jo 1810-luvun lopulla käytettiin myös alkeellisia siivikoita. Insinöörieverstiluutnantti Fredrik Adolf Hällströmin [375] muistiinpanoissa tuolta ajalta on nimittäin kierroslukemia Kymijoen Viheränkosken yläpuolella tehdystä mittauksesta. [376]. Koskenperkausjohtokunnan arkistossa on myös virtaaman mittaamista koskeva kirjoitus, joka mahdollisesti on peräisin 1820-luvulta. [377]. Siitä ei suoranaisesti käy ilmi, miten kierroslukua havaittiin, mutta todennäköisesti tämä tapahtui joko silmämääräisesti tai lankaa käyttäen. [378]. Kumpikin menetelmä on hankala, joten on helppo ymmärtää, etteivät siivikot yleistyneet ennen kuin niihin oli kehitetty sähköinen rekisteröinti. [379].

1840-luvulta tunnetaan jo kaksi virtaamamittauksen tulosta. [380] Nämäkin näyttävät olleen satunnaisia tutkimuksia. Virtaamamittaukset alkoivat yleistyä vasta 1860-luvulta lähtien. [381]. Säännöllisiä vedenkorkeushavaintoja taas alettiin tehdä 1843 Näsijärven luusuassa Finlaysonin tehtaan asteikolla ja 1847 Lauritsalassa Saimaan kanavan sulkumuuriin kiinnitetyllä asteikolla. Jälkimmäisiin havaintoihin voitiin myöhemmin soveltaa Vuoksenniskan purkautumiskäyrää, joten maamme ensimmäinen virtaaman aikasarja alkaa vuodesta 1847. Seuraavat ovatkin huomattavasti nuorempia. Uusia asteikkoja perustettiin vasta 1863 Muroleen, Konuksen ja Taipaleen kanavien yhteyteen sekä Kajaanin Koivukoskeen, mutta näitä havaintoja ei ole voitu käyttää virtaaman laskemiseen. Virtaama-aikasarjat Vanajaveden luusuan Kuokkalankoskesta ja Kymijoen Kalkkistenkoskesta alkavat vuodesta 1881 ja Kajaanin Koivukoskesta 1891. - Havainnot tehtiin aina vuoteen 1896 asti suunnilleen viikon välein. Sitä paitsi lasketut virtaama-arvot perustuvat myöhemmin laadittuihin purkautumiskäyriin, joten ne eivät voi yltää samanlaisiin tarkkuuksiin kuin myöhemmät virtaamatiedot. [382].

Meren rannikon suuremmat ja nopeammat vedenkorkeuden vaihtelut kiinnittivät tutkijoiden huomion puoleensa huomattavasti aikaisemmin. Jo 1740-luvulla oli lehtori N. Gissler pystyttänyt vedenkorkeusasteikon Härnösandiin. Hän lienee ensimmäisenä havainnut käänteisen riippuvuuden ilmanpaineen ja vedenkorkeuden välillä. [383]. Myöhemmin havaintoja tehtiin useilla Itämeren rannikon paikkakunnilla samanaikaisesti. Nathanael Gerhard Schulten [384] huomasi 1800-luvun alussa tuloksia tarkastellessaan, että vedenpinnan ollessa alhaalla Pommerissa se oli ylhäällä Torniossa, ja päinvastoin. Hän päätteli vedenkorkeuden vaihtelujen johtuvan ilmanpaineen paikallisista eroista, tuulella hän ei katsonut olevan merkittävää vaikutusta. [385].

On varsin luonnollista, että ilmiö havaittiin ensimmäisenä Itämerellä, jolla vuorovesi ei pahemmin häiritse. 1830-luvulla samantapaisia tuloksia saatiin jo muualtakin, ainakin Ranskasta, Englannista ja Alger'ista. [386]. Näiden ja ruotsalaisen aineiston pohjalta G.G.Hällström ryhtyi vertailemaan ilmanpaineen ja tuulen vaikutusta vedenkorkeuteen. [387]. Hän päätyi pitämään tuulta pääasiallisena vedenkorkeuden vaihtelujen syynä. Ilmanpaine ei hänen mukaansa vaihdellut riittävästi voidakseen selittää ilmiön. Havaintoaineisto oli kuitenkin varsin suppea, eikä Hällström sen perusteella voinut päätyä kvantitatiivisiin tuloksiin. Hän piti lisätutkimuksia välttämättöminä ja vetosi viranomaisiin sekä yksityishenkilöihin havaintojen aloittamiseksi eri puolilla Itämeren. Niitä olisi tehtävä jättömänä aikana päivittäin vakioaikaan, esim. klo 12. Muistiin olisi merkittävä ainakin vedenkorkeus, barometrin lukema sekä tuulen suunta ja nopeus, mutta mielellään muitakin meteorologisia havaintoja. [388].

Hällström arveli, että havaintojen teko voitaisiin määrätä majakanvartijoiden virkatehtäväksi. [389]. Näin ei kuitenkaan tapahtunut, ja ohjelma raukesi Suomessa, Venäjällä ja Baltian maissa varojen puutteen vuoksi. Hällströmille lähetettiin tosin joitakin asiasta kiinnostuneiden yksityishenkilöiden tekemiä havaintoja Oulusta, Kristiinankaupungista ja Jussaröstä [390], ja myöhemmin 1840-luvulla tehtiin havaintoja lisäksi Simossa sekä useissa paikoissa Ahvenanmaalla [391]. Ruotsissa sen sijaan tiedakatemia pani toimeen havaintoja 20 majakka-asemalla ja vetosi 1850 suomalaisiin havaintojen aloittamiseksi. Suomen Tiedeseura päätti kustantaa tarvittavat laitteet, ja neuvotteluissa luotsi- ja majakkalaitoksen kanssa päästiin sopimukseen myös havaintojen palkkioista, jotka maksettaisiin julkisista varoista. Havainnot aloitettiin 1852, ja Krimin sodan aiheuttamaa lyhyttä taukoa

(1855-1856) lukuunottamatta ne ovat jatkuneet meidän päiviimme saakka. Ensimmäisen vuosikymmenen aikana havaintoasemia oli maamme rannikolla keskimäärin viisi. [392].

Koskenperkausjohtokunnan hanketutkimusten raporttien hydrologi-
nen osa oli yleensä suppea ja keskittyi vesistön morfologiaan.
Joskus siinä oli kuitenkin yleisen hydrologian kannalta hyvinkin
arvokkaita tarkasteluja. Tärkein dokumentti lienee F.A.Hällströmin
1840 valmistunut "Beskrifning öfver Siikajoki Elf" [393], joka
vesistökuvauksen ja perkaussuunnitelman lisäksi koettaa selvit-
tää tulvien syitä.

Hällströmin mielestä Siikajoen tulva-alttius ja suuret vesimää-
rän vaihtelut johtuvat vesistön järvettömyydestä. Hän erottaa
joessa virtaavan veden kahteen osaan: tulvavesi (flodvatten) on
se vesi, joka virtaa järvestä sen vedenkorkeuden saavutettua mak-
simiarvonsa, sadevesi (dagvatten) puolestaan siirtyy suoraan maas-
tosta jokeen tai sen sivupuroihin. [394]. Siikajoen vesi on suu-
rimmaksi osaksi sadevettä, koska pääuoman varrella ei ole yhtään
järveä, joka voisi varastoida vettä. Näin ollen lähes kaikki su-
lamisvesi pyrkii samaan aikaan purkautumaan uomaan alaspäin, jol-
loin syntyy tulvia. Tulvan jälkeen taas vesi on hyvin vähissä,
koska suurin osa siitä on ehtinyt virrata pois. Runasjärvisissä
vesistöissä tilanne on toinen. Joessa virtaava vesi on pääasias-
sa tulvavettä, vesimäärien vaihtelut eivät muodostu kovin rajuik-
si, ja tulvat jäävät vähäisemmiksi. [395].

Järvien virtaamia tasaava vaikutus näyttää olleen muidenkin kos-
kenperkausjohtokunnan insinöörien tiedossa. Esimerkiksi Ylistaron
Kainastonluoman perkaushanketta 1819 tutkinut C.G.Holm huomauttaa
Ison Varrasjärven mahdollisen kuivattamisen lisäävän tulvia Kai-

nastonluoman alajuoksulla. [396]. Hällström ei kuitenkaan ole huolissaan Siikajoen vesistöalueen järvenlaskuista. Hänen mielestään latva-alueiden pienet järvet itse asiassa lisäävät tulvia. Ne nimittäin kokoavat tehokkaasti sadevettä ympäristöstään, mutta eivät kykene sitä varastoimaan. [397]. Sama koskee myös soita. Hällström ei hyväksy käsitystä, jonka mukaan luonnontilaiset suot tasaavat tulvia varastoimalla sulamisvettä:

"En ordentelig mosse, bestående till betydligt djup af Gyttja och oförruttnade vegetabilia eller Bränntorf, innehåller både flodvatten och dagvatten. De flästa tider emottager den dagvattnet, hvilket om hösten, sedan luften minskar att absorbera, ökes ansenligen. Hafver Mossen ej aflopp, så qvarstannar detta vattnet ej allenast jäms med bräddarne eller Barriéren, utan ock insugadt af mossan upphöjer sig med den äfven utöfver bräddarne. Med vintern förvandlas hela detta förrådet till en fast ismassa. Under samma vinter tid betäckes hela denna mossan ånyo af Snö, hvilken med alldra första vårdag smälter, och affaller hastigt öfver Barrierén så som dagvatten. Den ännu qvarblefne ismassan begynner efter hand, allt efter sommarens tilltagande, att smälta, och afrinner småningom såsom flodvatten, så länge deraf finnes öfver och jäms med bräddarne." [398].

Rantsilassa jokivarren asukkaat katsoivat Pelson soiden ojituksen lisänneen tulvia Siikajoen keskijuoksulla. Hällström torjuu väitteen jyrkästi:

"Det är sannerligen en förskräckelig hård dom emot allt förnuft och all industri, att en Mosse, för det, att den dikas, förorsakar öfversvämningar. Det hafver man nog hört att Mossar i allmänhet förorsaka vatten till öfverflöd, men att de efter dikning skulle blifva ännu ymnigare att öfversvämma än någonsin förut, det har man då alldrig tillförene hört." [399].

"Annorlunda förhåller det sig med Mossen sedan den är dikad. Den emottager på samma sätt som förut, synnerligen om hösten, dagvattnet, men hvilket i och med detsamma afrinner efter dikena, så att det ej kommer att stanna der, alldraminst att det med mossen skulle uppsvälla. Snön som kommit om vintern öfver denna lokalen, smälter och afföres första vårdag, efter dikena, utan att mera flöda öfver bräddarne, och dermed upphör vårfloden.

Sålunda kommer härifrån ej mera lika mycket vatten, som förut, sedan höst vattnet redan förut afgått. Det numera fortfarande lilla vattnet, som samlas och rinner ut efter diken, kan sålunda anses såsom ett flodvatten, hvilket dock alldrig kan förorsaka några öfversvämningar." [400].

"Sedan brädden eller Barriären till en Mosse genomgräfvades med öppningar, det är diken, genom hvilka vattnet nu fritt afrinner, så tror man att mossen afbördar mera vatten, och hastigare, än förut, men det förhåller sig alldeles tvertom. Denna förmodan skulle äga sin riktighet, om mossen alltid vore bräddande full, men villfarelsen härvid är just den, att vattnet efter bräddarnes öppnande alldrig mer hinner stiga till samma höjd, och att samma kvantitet alldrig mer kan stanna der qvar på en gång, såsom före gräfningen." [401].

Hällström havainnollistaa vielä sanottavaansa hausquilla vertauksella:

"En Deghålk, Finnarnes Juuri Hulikka eller Taikina Tiinu, eller det öppna kärl, hvaruti Allmogen syrar ämnet eller degen till surt bröd, tjenar härvid till ett öfvertygande exempel. Stigningen i kärlet sker väl af helt andra orsaker än stigningen i mossen, emedan den liqvida massan uti mossen höjer sig genom en direct påfyllning eller en ökad tillkomst, men uti Deghålken genom syrnings processen; men den urhålkningen i kärlets brädd, hvar till en ränna är applicerad, då denna skåran nemligen hafver en erforderlig och proportionerad vidd till kärlets eller Tiinuns vidd, förorsakar, att den liqvida degen, ehuru kommen i jäsning, och stigande oafbrutet, alldrig ändock kan stiga utöfver kärlets bräddar, utan afföres genom rännan, i och med det samma, och det alltid i mohn efter, hvad den stiger i kärlet." [402].

Aivan kuten Kekonius yli puoli vuosisataa aikaisemmin, Hällström katsoo tulvien lisääntymisen johtuneen metsien hävittämisestä. Aukeilla mailla lumi nimittäin sulaa "suorasti" eli auringon säteiden vaikutuksesta, mikä on nopeampaa kuin metsissä tapahtuva "epäsuora" sulaminen, joka tapahtuu lähinnä ilman lämmön vaikutuksesta. [403].

Hällström esittää myös alueelliseen esiintymiseen ja ajalliseen toistuvuuteen perustuvan tulvien typologian. Yleiset (universelle) tulvat koskettavat yhtä lailla koko jokilaakson tulva-alttiita paikkoja. Ne voivat jossain olla jokavuotisia (anniversaire), mutta tavallisesti ne ovat tilapäisiä (tillfällige) ja aiheutuvat esimerkiksi tavallista runsaammasta lumesta tai sateesta. Osittaiset (partielle) tulvat vaivaavat vain tiettyjä paikkoja, joko säännöllisesti tai satunnaisesti. Niihin kuuluvat mm. jääpatotulvat, joiden syntyä eri koskissa Hällström selostaa jokseenkin yksityiskohtaisesti. [404].

Hydrologian kannalta mielenkiintoista aineistoa saattaa löytyä myös mm. paikalliskuvauksista. Yrjö Sakari Yrjö-Koskisen 1851 ilmestynyt "Kertomus Hämeenkyrön Pitäjästä" [405] sisältää eloisan kuvauksen suppopadoista:

"Veden puutetta ei täällä kuivimmallakaan ajalla ole. Tästä on kuitenkin eroitettava se kohta, kun koko koski tyrehtyy, joka monestikin on syystalvella tapahtunut. Henkiluvun taulussa vuonna 1766 luetaan seuraavat sanat: "Kyröskoski, joka on mitä suurimpia ja vahvimpia koskia maassamme, yli 36 kyynärää korkeudessaan seisahtui juoksemasta yöllä 7 ja 8 päivän välillä viime joulukuuta, niin että vesi seisoj liikkumatta, muutamia satoja kyynäriä koskea ylempänä, jo'en päässä koska kaikki alemmaa oli pojes juosnut ja väki taisi kuivin jaloin käydä esteettä virran ja kosken poikki; tämä kesti aina 9:teen eli tiistain päivään asti, jolloin vesi taas ehtoolla rupesi hiljaksensa juoksemaan ja mainittu koski sitten 10:tenä aamulla löydettiin tavallisessa juoksussansa ja virtaamisessansa." Enempää ei ole kirjoitettu eikä sanota syytä minkä olisi arveltu tätä kummaa tapausta vaikuttaneen. Aika tavasta on koski myöhemminki samalla tapaa pysähtynyt. Kun syystalvella sulaan veteen vahvasti lunta sataa, niin se sakeentuu hyhmäksi ja ajetaan pohjatuulelta jokeen, kosken niskalle, jossa se tahraantuu kiviin ja karttuu karttumistansa. Jos nyt on vähän kylmä, niin pianpa tämä sakea suhju hyytyy, siksi kun tyrehdyttää koko kosken niskan. Myllytkin vaikkenevat, vetävät vielä kerran henkeänsä ja lakkaavat peräti käymästä, kun hyhmä heidän

ruuhiinsa palttaantuu. Viimein ei koskesta juokse muuta, kun pie-
noine noro vallan ruskeata ryöppyä. Kosken niskasta ruveten, hyy-
tyy nyt hyytymistänsä koko joki aina ylöspäin järven suuhun asti.
Tavallisesti kestää tämä kolmatta vuorokautta ja sitten rupee
koski hiljaksensa selvenemään. Tällä lailla on vuosina 1840, 1846
ja 1849, noin joulukuun alulla tapahtunut ja luultavasti on koski
ainian samasta syystä tyrehtynyt." [406].

Yrjö-Koskinen katsoo siis supon syntyvän veteen sataneen lumen
jäättyessä. Tämä teoria auttaa häntä erottamaan tosiperäiset ker-
tomukset perättömistä tarinoista:

"Mutta tämmöisestäkö asiasta ihmeitä laadellaan, kun se jutuksi
kansan suussa kasvaa! Sinä vuonna sanotaan, kun Iso Ryssä maahan
tuli (1713), lakkasi Kyröskoski juoksemasta ja vesi seisoi jär-
ven suussa, niinkuin astiassa: ja se oli juuri Mettumaarin (Ju-
hannuksen) viikolla (!!). Tämä oli ison vihan aaveena. Toisen
kerran taas, seisottui koski Mikkelin viikolla, ett'ei herunut
muuta kun pikkunen noro. Koski pysyi kolme vuorokautta niin kui-
vana, että käytiin ja ajettiin pohjaa myöden rannasta rantaan.
Mutta kolmen vuorokauden päästä pamahti ykt'äkkiä yöllä, niin-
kuin olisi tykillä ammuttu ja vesi rupesi taas koskena juokse-
maan. Muutoin löytyy Kyröskoskesta samanlaisia juttuja, kun use-
ammista muistakin suurista koskista: kuinka hourua alas on las-
kettu, kuinka siihen vihollisia on surmattu, j.n.e. Mutta Koski
jo hyvästi jääköön juttuinensa päivinensä, koska on edespäin rien-
täminen." [407].

5.7. Geohydrologia

Geohydrologian teoreettisesti merkittävintä perusongelmaa, kysy-
mystä pohjaveden alkuperästä, on tarkasteltu jo edellä jaksossa
5.2. Se on tärkeä käytännönkin kannalta, sillä on selvää, että
pohjavesien liikkeiden ymmärtäminen auttaa vesiesiintymien et-
sinnässä. Käytännön toiminnassa kehitetyt menetelmät olivat kui-
tenkin paljolti riippumattomia siitä, oliko perusnäkemys pluvia-
listinen vai semipluvialistinen. [408].

Gananderin-Kalmin dissertaatiossa (1763) esitetään useita keinoja vesisuonien löytämiseksi. Jos maa on kuivana aikana jossain paikassa kosteampaa kuin ympäristössä, tai jos maasta nousee aamulla paljon vesihöyryä, on paikalla luultavasti vesisuoni. Asian tarkistamiseksi voidaan kaivaa kuoppa, johon asetetaan ylösalaisin polttamaton saviruukku. Jos ruukun pohja on seuraavana aamuna vetinen ja pehmeä, on paikalla vesisuoni. [409]. Eräät kasvit ja eläimet viihtyvät vesisuonien läheisyydessä. [410]. Maaston muotoja voi myös käyttää hyväksi, useimmat lähteet sijaitsevat mäkien rinteillä ja juurilla. [411].

Pohjaveden etsimiseen käytettävistä laitteista kirjoittaja pitää parhaana vesikompassia, jonka ohjeet hän on saanut Kircherin teok-
sista. Kahden tai kolmen jalan pituisen "neulan" toiseen päähän kiinnitetään "kappale leppää tai muuta hyvin huokoista puuta", joka helposti imee itseensä kosteutta. Neula kiinnitetään vaakasuoraan asentoon pystysuoran kepin päähän siten, että se on kuivana tasapainossa. Kun vesikompassi tuodaan vesisuonen kohdalle, niin neulanpään puukappale imee itseensä kosteutta ja tulee painavammaksi, jolloin neulan tasapainon voidaan havaita järkkyvän. Laitteen käyttö onnistuu kirjoittajan mukaan parhaiten aamulla, kun aurinko ei ole vielä kuivattanut maasta nousevia höyryjä. [412]

Kirjoittaja antaa neuvoja myös kaivon kaivamisessa. Hän varoittaa lukijoitaan, jotta nämä eivät runsaamman veden toivossa ahneuksissaan syventäisi liiaksi savipohjaisia kaivojaan. Vesisuonilla on nimittäin usein savipohja, koska savi ei päästä lävitseen vettä. Jos se puhkaistaan, niin vesi valuu reiästä syvemmälle maahan ja kaivo kuivuu. [413]. Tällöinkin voidaan tosin jatkaa kaivamista, jolloin luultavasti ennemmin tai myöhemmin törmätään vesisuoneen - niitä on alaspäin mentäessä yhä enemmän. Tällainen menettely on vain hyvin epätaloudellista. [414].

Useat Turun Akatemian professorit olivat kiinnostuneita lähdeveden kemiallisesta koostumuksesta. [415]. Parhaiten tutkittu oli kaupungin lähistöllä sijaitseva Kupittaan lähde, joka oli jokaisen asiasta kiinnostuneen ulottuvilla.

Lähteiden veden lämpötila oli yksi niistä suureista, joita Gudseuksen-Kalmin dissertaatiossa (1754) kehoitettiin havaitsemaan. [416]. Myöhemmin aiheesta oli kiinnostunut ainakin G.G.Hällström, jonka jäämistöstä on löytynyt muistiinpanoja lämpötilamittauksista Kupittaan ja Skansin lähteissä. [417]. Hällström mittasi myös pitkään maaperän lämpötilaa eri syvyyksillä. [418].

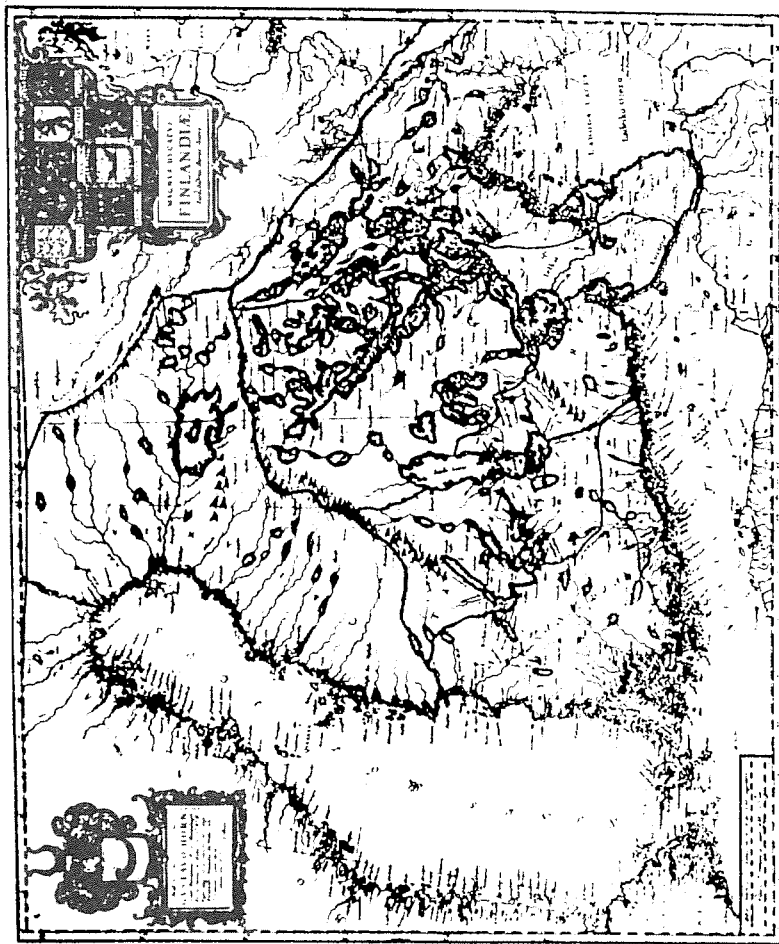
5.8. Vesistöt kartoissa ja paikalliskertomuksissa

Suomessa, kuten yleensäkin periferia-alueilla, voidaan tutkimusretkeilyjä ja karttojen laatimista pitää vanhimpina vesistötutkimuksen muotoina. Ensimmäiset Suomea koskevat kartografiset tiedot ovat peräisin keskiajalta [419], mutta vasta 1500-luvulla valmistuneista kartoista voidaan erottaa maan rannikon ääriviivoja ja sisävesistöjä. Olaus Magnus on piirtänyt karttaansa (1539) useita järviä [420], joilla tavallisesti on kaksi tai useampia eri suuntiin virtaavia laskujokia (kuva 10). Kartta lienee laadittu matkamiesten kertomusten perusteella. [421].

Systemaattinen maanmittaus alkoi Ruotsin valtakunnassa 1600-luvun alussa Anders Buren [422] johdolla. Bure ja hänen avustajansa matkustivat eri puolilla maata ja tekivät asemanmäärityksiä. Lappiin lähetettiin 1601-1602 kokonainen retkikunta, johon osallistui mm. S.A.Forsius. [423]. 1611 ilmestyi sitten Buren Lapin kartta ja 1626 hänen pääteoksensa, Pohjoismaita esittävä "Orbis

Kuva 10. (Vasemmalla.) Osa Olaus Magnuksen "Carta Marinasta" (1539). (UTSK 19, s.v. Suomen kartoitus).

Kuva 11. (Alla.) Anders Euren Suomen kartta vuodelta 1626. (Tanner 1936.)



arctoi nova et accurata delineatio". Näiden karttojen mittasuhteet ovat jo jokseenkin oikeat (kuva 11). Suurimmat vesistöt on pääasiassa merkitty kohdalleen, eikä kartassa enää ole liioiteltuja multifurkaatioita. [424] .

Buren työn menestyminen lisäsi valtiovallan kiinnostusta maanmittaukseen. Maanmittarien koulutus alkoi 1628, ja ensimmäiset vakinaiset maanmittarin virat perustettiin 1633. Yksi viranhaltijoista, Olof Gangius, sai toimialueekseen Suomen. Vuoden 1640 Suomessa oli jo kolme maanmittaria, ja määrä kasvoi vuoteen 1740 mennessä yhteentoista. [425] . Ajan mukana myös maanmittarien tehtävät laajenivat ja monipuolistuivat. Vuoden 1628 ohjeiden mukaan heidän tuli mm. kartoittaa kaikki suuret järvet ja niiden lasku-uomat, erityisesti vesiliikennettä silmällä pitäen. Vuosien 1643 ja 1688 ohjeissa heitä kehoitetaan lisäksi laatimaan asemakarttoja ja pituusprofiileja. [426] .

Hyödyn aikakaudella kiinnostus kartoitusta ja maantietoa kohtaan kasvoi merkittävässä määrin ja sai uusia muotoja. Maanmittaustirehtööriksi tuli 1744 Jakob Faggot, joka oli kolme vuotta aikaisemmin julkaissut kirjoituksensa "Tankar om Fäderneslandets Känning och beskrifwande". Siinä hän esittää pitkän, 165-kohtaisen luettelon asioista, joita paikalliskuvauksia laadittaessa oli syytä tarkastella. Vesistöille ja niiden käytölle on siinä omistettu erillinen pykälä, jossa on 23 kohtaa. Paikalliskertomuksen kirjoittajan tuli Faggotin mukaan selvittää, paljonko paikkakunnalla on järviä ja jokia, kuinka suuria ja syviä ne ovat, mihin ne laskevat, esiintyykö niissä tulvia ja miten niitä on torjuttu tai voitaisiin torjua [427] , ovatko virrat vieneet mennessään hedelmällistä maata, ovatko satamat ja joensuistot mataloituneet ja mikä on ollut tällaisen syynä, onko paikkakunnalla

järvimalmia, minkälaisia myllyjä ja sahoja ym. vesilaitoksia on rakennettu koskiin, jne. Erityisen seikkaperäiset ohjeet kirjoitus antaa kalastuksen, vesiliikenteen ja mineraalivesien kuvaamiseen. [428].

Faggot ehdotti, että "muutama teräväjärkinen mies" lähetettäisiin tiedeakatemian kustannuksella matkustamaan ympäri maata ja hankkimaan paikalliskuvausten laatimisessa tarvittavia tietoja. [429]. Tähän ei kuitenkaan varojen puutteesta voitu ryhtyä. Sen sijaan vuonna 1747 annettu maanmittarien ohjesääntö, joka oli Faggotin laatima, velvoitti maanmittareita selvittämään perusteellisesti eri paikkakuntien oloja, paljolti Faggotin alkuperäisten ohjeiden mukaisesti. [430]. Ohjelman tunnollinen noudattaminen olisi ilmeisesti ollut mahdotonta, koska maanmittarien tehtäviä muutenkin lisättiin jatkuvasti; 1750-luvulla he saivat vastuulle mm. koskenperkaukset. He keräsivät kuitenkin melkoisen määrän tietoa, jonka tallentaminen ja painokuntoon saattaminen jäi pääasiassa muiden tehtäväksi. [431].

1700-luvun tärkeimmät paikalliskuvaukset laadittiin opinnäytteinä, aluksi latinaksi ja 1750-luvun alusta lähtien ruotsiksi. Alan harrastus oli Suomessa varsin vilkasta. Turussa ilmestyi vuosina 1730-1800 noin 50 dissertaatiota, joita on pidettävä paikalliskuvauksina, kun vastaava määrä oli Uppsalassa vain 40 ja Lundissa 25. [432]. Kirjoittajat olivat tavallisesti kotoisin tarkastelemaltaan alueelta, joten osa esitetyistä tiedoista on heidän itsensä hankkimia, mutta maanmittarien työn tuloksia lienee käytetty hyväksi. Komparatiivisia väittämiä on näissä kirjoituksissa runsaasti, kvantitatiivisia melko vähän. Esimerkiksi Salmeniuksen-Kalmin "Historisk och oeconomisk beskrifning öfver Calajoki sockn uti Österbotn" (1754) esittää vain muutamien jokien

ja soutumatkojen pituuksia koskevia kvantitatiivisia tietoja sekä erään matalan järven ja joensuiston merialueen mataluutta koskevia tietoja, mutta ei lainkaan esim. pinta-aloja. Herkepaeuksen-Kalmin "Historisk och oeconomisk beskrifning öfwer Hauho sokn uti Tavastland" (1756) sisältää jopa järvisyyttä koskevan arvion: kirjoittajan mukaan vesistöt muodostavat "melkein puolet" pitäjän pinta-alasta. [433].

Vuonna 1772 ilmestyi dissertaationa Suomen vesistömaantieteen yleisesitys, Ståhlen-Gaddin "Försök till en Hydrologisk Afhandling, om ursprunget och beskaffenheten af de Största Wattudrag i Finland". Tutkielma perustuu kirjoittajan mukaan Ruotsin maanmittauskonttorin insinöörien 1747 julkaisemaan karttaan [434] sekä August Ehrenswardin [435] paikalliskarttoihin [436] ja on luonnollisesti riippuvainen näiden oikeellisuudesta. Useimmiten vedenjakajat ja purkautumisreitit ovat kohdallaan, mutta virheitä ei ole kokonaan välttytty. Etelä-Pohjanmaalta virtaavat kirjoittajan mukaan "Stor- och Lill-Kyro åarne, samt Ilmola å, hwilken igenom Kurika, Kauhajoki och Östermarks Capell wid Christina Stad sig i hafwet uttömmar". [437]. Lisäksi kiinnittää huomiota maininta maata halkovista vuorijonoista. [438]. - Ståhle ei esitä kvantitatiivisia tietoja vesistöjen mittasuhteista, lukuunottamatta muutamia mainintoja järvien korkeuksista. [439].

N.J.Kekkonius (1786) puhuu Ståhlen tavoin "lumipeitteisistä vuorista ja suurista vuorijonoista". [440]. Hänen tutkielmassaan on myös epäselvä virke, joka tuo mieleen 1500-luvun karttojen multifurkaatiot:

"I Österbotten förordsakas of desse flod-vattens öfversvämningar, äfven mycken skada uti en del soknar af Wasa län, hvilka gränsa intil Päjäne sjöns stora invikar, eller som hafva sammanhang med andra stora sjöar, som däruti genom små trånga strömmar afleda deras vatten." [441].

Toisaalta Kekonius tähdentää, että Päijänteellä on vain yksi purkautumistie, mikä on hänen mielestään syynä järven rantojen ankariin tulviin. [442].

Maanmittausviranomaiset olivat 1700-luvulla laatineet ja julkaisseet useita eri mittakaavoihin laadittuja alueellisia karttoja, ja tarkoituksena oli koko valtakuntaa käsittelevän yleiskartan laatiminen. Varat loppuivat kuitenkin kesken, ja kartoitustyöt oli 1796 pakko keskeyttää. Vapaaherra Samuel Gustaf Hermelin [443] sai tällöin luvan jatkaa materiaalin käsittelyä omalla kustannuksellaan, ja jo vuosina 1796-1799 ilmestyi ns. Hermelinin kartasto. [444]. Sen laatimisessa teki merkittävimmän työn suomalais-syntyinen Carl Peter Hällström [445], josta sittemmin tuli Ruotsin maanmittaustirehtööri. Hermelinin kartaston Suomea esittävien karttojen mittakaavat olivat 1 : 540 000 , 1 : 620 000 ja 1 : 720 000 . Niitä pidetään ajan kartografian tasoon nähden varsin hyvinä. [446].

Yksi Hermelinin kartaston käyttäjistä oli G.G.Hällström, jonka tutkimukseen sisältyi myös fysiografisia tarkasteluja. Hallatutkimuksessaan (1807), jossa hän näyttää vielä käyttäneen vanhempia karttoja ja karttaselityksiä [447], hän arvioi soiden muodostavan 22% ja järvien 10% Suomen pinta-alasta [448]. Eräässä myöhemässä käsikirjoituksessaan [449] hän tarkastelee Suomen vesistöjä ja niiden hyväksikäyttöä ja ilmoittaa neljän päävesistöalueen pinta-alat ruotsalaisina neliöpeninkulmina [450]. (Taulukko 2, s.). Pinta-alatiedot olivat 1800-luvun alkupuolella harvinaisia, jopa koskenperkausjohtokunnan insinöörit esittivät niitä vain poikkeustapauksissa. [451].

Hällström jakaa maan kolmeen osaan: rannikkomaahan, ylänkömaahan (upp-land) ja tunturimaahan. Ylänkömaaksi hän kutsuu vedenjakajien (landtrygg), so. Salpausselän ja Suomenselän, takaista sisämaa-aluetta. [452]. Vedenjakajien hän sanoo olevan matalahkoja hiekkaharjuja ja -kankaita [453] - Hermelinin kartastossa ei ole merkitty vuorijonoja asiaankuulumattomille paikoille. [454].

Kartografia edistyi Suomessa autonomian aikana selvästi hitaammin kuin Ruotsissa. Voimavarat oli jaettu maanmittauskonttorien ja sotilasviranomaisien kesken, ja jälkimmäiset pitivät karttansa salaisina. Suomen yleiskartta (1 : 400 000) ilmestyi vasta 1873. Tätä ennen oli laadittu runsaasti pitäjän- ja kihlakunnan-karttoja sekä eräitä erikoiskarttoja, joista on mainittava 1859 ilmestynyt koko maan käsittävä korkokuvakartta. Lisäksi ilmestyi painosta useita karttaselityksiä. [455]. Maanmittaustirehtööri C.W.Gyldenin [456] kirjoitus "Suomenmaan joet ja järvet" (1863) on maamme ensimmäinen systemaattinen vesistöaluejako. Siinä on esitetty melko runsaasti jokiuoman pituuksia ja järvien pinta-aloja [457], mutta melko niukasti valuma-alueiden pinta-aloja, useimmiten vain päävesistöalueilta [458]. Taulukossa 2 esitetään joitakin Gyldenin ilmoittamia arvoja - neljäkäsfirstoista [459] neliökilometreiksi muunnettuina - sekä eräiden uudempien määrittysten tuloksia. Erot ovat useissa tapauksissa huomiota herättävän suuria ja antavat hyvän kuvan karttamateriaalin laadusta 1860-luvun alussa. Jo kymmenen vuotta myöhemmin olisi ollut mahdollista saavuttaa huomattavasti parempia tuloksia. [460].

Vesistöalue	Hällströmin veljekset	Gylden 1863	Olin 1936	Siren 1955	Seuna 1971
Vuoksen va (4)	61900	64831	69474	(61560)	(61560)
Kymijoen va (14)	38600	40465	37209	37235	37235
Kokemäenjoen va (35)	26900	25282	27100	27100	27040
Oulujoen va (59)	19900	19928	22940	22925	22572
Kemijoen va (65)		51139	51402	51400	50910
Iijoen va (61)		9534	14385	14385	14319
Siikajoen va (57)	3800	4169	4400	4440	4334
Lestijoen va (51)		1853	1328	1335	1404
Kruunupyynjoen va (48)		805	826	825	784
Kimojoen va (43)		403	238	240	202
Koitaajoen va (4.9)		5040	6611	6560	6795
Tolvajoen va (4.99)		1713	981	980	980
Osmajoen va (4.26)		434	662	660	660

Taulukko 2. Vesistöalueiden pinta-aloja (km²) eri määritysten mukaan. Alueiden numerot Seunan (1971) mukaan.

Paikalliskertomukset olivat Kalmin ja Gaddin aikana olleet suosittuja dissertaation aiheita. Heidän seuraajansa eivät arvostaneet ruotsinkielisiä opinnäytteitä, joten paikalliskertomukset kävivät harvinaisiksi ja niiden leviäminen jäi vapaamuotoisen julkaisu-toiminnan varaan. Alan suosijoista on mainittava Suomen Talousseura, jonka kehotuksesta kirjoitettiin 1800-luvun alussa muutamia paikalliskertomuksia. Näistä julkaistiin kuitenkin vain yksi, O.F.Wetterhofin [461] kuvaus Asikkalan kappelista. Siinä vaadittiin mm. Päijänteen laskemista. [462].

Varsinainen paikalliskertomusten nousukausi alkoi, kun Suomalaisen Kirjallisuuden Seura vuonna 1847 kehoitti suurta yleisöä laatimaan pitäjänkuvauksia. Aloitteen teki Seuran esimies Gabriel Rein [463], joka yhdessä Seuran sihteerin S.G.Elmgrenin [464] kanssa laati ohjeet kirjoitusten jäsentämiseksi. [465]. Rein

tunnetaan tilastotieteen uranuurtajana, ja hän korosti kvantitatiivisten tietojen merkitystä. Niinpä 1800-luvun puolivälin pitäjänkuvauksissa on melko runsaasti kvantitatiivista aineistoa, etenkin väestö- ja taloustilastoja, jotka usein esitetään taulukoiden muodossa. Fysiografisia tietoja sen sijaan on niukemmin. Jokaisessa kirjoituksessa esiintyviä tietoja ovat maanmittauskonttorin karttaselityksistä saadut pitäjän järvien ja soiden kokonaispinta-alat. Ne esitettiin tavallisesti tynnyrinaloina [466] ja ryhmiteltiin kappelikunnittain [467], yrittämättä tarkastella eri vesistöalueita erikseen. [468]. Lisäksi saatettiin esittää suurempien järvien pinta-aloja [469], järvien ja jokien syvyyksiä [470], järvenlaskuilla saavutettuja keskivedenkorkeuden muutoksia [471] ja koskien putouskorkeuksia [472]. Näiden ohella on kirjoituksissa runsaasti kvalitatiivista tietoa mm. purkautumissuhteista, tulvista ja vesilaitoksista.

Paikalliskertomusharrastus on nähtävä osana kansallisiin tieteisiin kohdistunutta lisääntynyttä mielenkiintoa. Suomen maantieteen kasvanut arvostus näkyi myös yliopiston opetusohjelmassa. Historian professori Zachris Topeliuksen luentojen aiheena oli vuosina 1854-1861 joko "Finlands geografi" tai "Finlands historia (geografi, etnografi och källor)". Lukuvuoden 1857-1858 luennot käsittelivät nimenomaan vesistöjä ("Finlands geografi (dal-systemerna)"). [473].

Vesiviranomaisten 1800-luvulla laatimia lukuisia vesistökuvaus-
sia tarkastellaan seuraavassa jaksossa.

5.9. Hydrologian soveltaminen

Ennen hyödyn aikakautta akateemisella tutkimuksella ja vesistöjen hyväksikäytöllä oli hyvin vähän yhtymäkohtia. Tuolloin harjoitetut elinkeinot tulivat hyvin toimeen esitieteellisillä havaintoihin perustuvilla yleistyksillä, eikä niillä juuri olisi ollut hyötyä luonnonfilosofian tuloksista. [474]. Systemaattisesti hankkivat kvantitatiivista tietoa vesistöistä lähinnä maanmittarit, joiden työn tuloksia käytettiin kanavahankkeita suunniteltaessa.

Suunnitelmia ja yrityksiä kanavien rakentamiseksi on Suomessa tehty 1500-luvun alusta lähtien. [475]. Kahden ensimmäisen vuosisadan aikana hankkeet eivät juuri päässeet alkua pitemmälle. Tuloksina syntyi joukko suunnitelmia ja muutama keskeneräinen kaivanto. Joitakin koskia onnistuttiin perkaamaan aivan tyydyttävien tuloksin. [476].

Isonvihan jälkeen kanavointihankkeita kohtaan tunnettiin varsin suurta kiinnostusta. Jo sodan aikana oli Israel Nesselius [477], Ruotsissa virinneen kanavointiharrastuksen innoittamana [478], julkaissut mietintönsä, joissa hän ehdotti Kokemäenjoen perkaamista ja kanavoimista [479]. 1720- ja 1730 -luvulla läpikulkuvesiteiden suunnittelua varten asetettiin useita tutkimuskomissioita ja tehtiin useita tutkimusmatkoja [480], joihin osallistuivat mm. professori Nils Hasselbom ja luutnantti C.F.Nordenberg (sittemmin Nordenskiöld). [481]. Hankkeissa ei kuitenkaan päästy "sen pitemmälle kuin että joillakin paikoilla tehtiin vaaituksia" [482]. Tutkimusraporttien vesistökuvaukset ovat kvantitatiivisia vain morfologian osalta. [483]. Uoman hydraulisista ominaisuuksista esitetään kvalitatiivis-komparatiivisia tietoja, esimerkiksi koski voi olla "melkoisen vuolas" tai

"hyvin vuolas". [484]. - Tutkimuksia on pikemminkin kiitettävä kuin moitittava siitä, etteivät ne johtaneet rakennustöiden aloittamiseen. Myöhemmin on todettu, että niiden suurin ansio on juuri siinä, että ne lopullisesti osoittivat, kuinka vaikea työ kanavoiminen itse asiassa oli. [485].

Hasselbomin ja hänen työtoveriensa raporttien seurauksena jouduttiin hautaamaan suunnitelmat valtakunnallisten läpikulkuviesiteiden [486] rakentamisesta. Kanavointisuunnitelmia jatkettiin kylläkin maakunnallisella ja paikallisella pohjalla koko 1700-luvun ajan. [487]. Vuosisadan puolivälissä kanavointihankkeet jäivät kuitenkin maataloutta palvelevien vesistöhankeiden varjoon.

Jo 1600-luvulla ja kenties aikaisemminkin oli joitakin yksittäisiä koskia perattu tulvasuojelutarkoituksessa, mutta yleensä sellaisiin töihin ei tunnettu mielenkiintoa. [488]. 1700-luvun alussa Nesselius suositteli tulvasuojeluperkauksia ja jopa järvenlaskuja [489], jotka tuolloin olivat kiellettyjä, mutta varsinaisesti asiaan innostuttiin vasta hyödyn aikakaudella. Voimakkaasti kasvavan väestön ravinnontarpeen tyydyttämiseksi tarvittiin lisää viljelyalaa. [490]. 1730-luvulta lähtien kruunu alkoi suosia suopeltojen raivaamista [491] ja 1740-luvulta lähtien järvenlaskuja [492]. 1750-luvulla aloitettiin julkisilla varoilla tulvasuojeluun tähtäävät koskenperkaukset, jotka tässä vaiheessa rajoittuivat Kokemäenjoelle ja Kyrönjoelle. [493].

Kruunun koskenperkaustöiden johtoon määrättiin alan parhaita asiantuntijoita. Kyrönjoella töitä johti 1752-1757 Uppsalassa vesikulkuteistä väitöskirjan laatinut Samuel Chydenius [494], joka tämän jälkeen siirtyi Kokemäenjoelle ja hukkuu päästyään

siellä vasta töiden alkuun. Hänen seuraajansa Jakob Stenius nuorempi [495] oli niin ikään alan spesialisti [496]. Eräät perkaustöiden johtajista olivat linnoitusupseereita, joita voisi syytä pitää ainakin rakentamisen asiantuntijoina. [497]. Järvenlaskuhankkeet sen sijaan toteutettiin 1700-luvulla yleensä talonpoikien omin voimin, jolloin hankkeista vastaavien asiantuntemus oli useimmissa tapauksissa korkeintaan paikallista. [498].

Hyödyn aikakauden runsaassa taloudellisessa kirjallisuudessa käsiteltiin luonnollisesti myös vesistötöitä. Kalmin väitöskirjojen aiheina ovat mm. koskipatojen rakentaminen [499], Kemijoen vesiliikennemahdollisuuksien parantaminen [500], soiden ojitus ja suoviljely [501] sekä uudisraivauksen vaikutus ilmastoon [502]. Edellä on jo mainittu Gaddin halloja käsittelevä teos. [503]. Siinä vaadittiin soiden kuivaamista myös hallojen torjumiseksi eikä ainoastaan viljelysmaan saamiseksi.

Voimakas kannanotto vesistötöiden puolesta oli C.F.Nordenskiöldin puhe, jonka hän piti vuonna 1758 luopuessaan tiedeakatemian puheenjohtajan tehtävistä. Puheen aiheena olivat ensi sijassa järvenlaskut, mutta se käsitteli yhtä lailla muitakin vesien käytön muotoja, joiden väliset ristiriidat olivat alkaneet kärjistyä. [504]. Nordenskiöld asettui uudisraivauksen, tulvasuojelun ja vesiliikenteen kannalle ja vastusti vesivoiman käyttöä silloin, kun siitä on edellisille haittaa. [505]. - Puheen hydrologista sykliä käsittelevää osaa on selostettu edellä. [506].

Nordenskiöld selostaa monisanaisesti järvenrantojen ja tulvaniittyjen liettymistä. Järvenlaskujen ohella hän suosittelee maanparannustarkoituksessa tulvaveden patoamista niityille. Hän kertoo, kuinka hän oli sulkenut padolla metsää kasvavan notkon

myllyn varastoaltaaksi. Puut kuolivat pystyyn, ja Nordenskiöldin yllätykseksi myös turpeet nousivat lautoiksi veden pintaan. Myöhemmin, kun mylly purettiin, hän kuivatti notkon, josta tuli oivallista viljelysmaata. [507].

Koskenperkaus-, järvenlasku- ja suoviljelypropagandaa tehtiin myös paikallistasolla. Tunnetuin esimerkki on Steniusten toiminta Pielisjärvellä. [508]. Muuallakin lienee papistolla ja virkamiehillä ollut kiinnostusta asiaa kohtaan, mutta ei aina riittävästi tietoja ja käytännön valmiuksia.

Vesistötöistä saatiin vähitellen kokemuksia, sekä myönteisiä että kielteisiä. Alkuaikojen optimismi muuttui pian varovaisemmaksi, ja pian alettiin epäillä monien hankkeiden hyödyllisyyttä eikä vain niiden toteuttamismahdollisuuksia. Vesistötöihin kului odotettua enemmän varoja ja aikaa, ja niiden yhteydessä sattui ihmishenkiä vaatineita onnettomuuksia. [509]. Usein hanke jäi keskeneräiseksi ilman, että toivottua tulosta saavutettiin. Alettiin myös puhua, että perkaukset aiheuttavat vahinkoa, kuten tulvien lisääntymistä alapuolisilla alueilla.

Asenteiden muutos käy ilmi esimerkiksi Gaddin johdolla laadituista dissertaatioista. G.N.Idman [510] suosittelee 1772 jokseenkin varauksetta koskenperkauksia tulvien torjumiseksi. Hän mainitsee erityisesti Huittisten Niskakosken, jonka perkaus vapautti kosken yläpuolisen alueen sen jokavuotisista tulvista [511], mutta ei kerro, että nämä tulvat olivat johtuneet nimenomaan yläjuoksulla aikaisemmin tehdyistä perkauksista, kuten myöhemmin on osoitettu [512]. 14 vuotta myöhemmin väitellyt C.J.Schaeffer ottaa jo huomioon myös vesistötöiden haittavaikutukset. Hän korostaa, että kosket olisi perattava järjestyksessä, alajuoksulta yläjuoksulle päin, ja että koko vesistöä varten on laadittava yhtenäinen

työsuunnitelma. Tämä vaatii hänen mukaansa riittäviä tietoja alueen hydrografiasta. [513].

Oikeassa järjestyksessä tehtyjen perkausten ohella Schaeffer suosittelee tulvantorjunnan keinona penkereiden rakentamista. [514]. Kekoniukseen (ks. jakso 5.6.) nojautuen hän kuitenkin pitää tärkeimpänä metsien säästämistä, mikä edellyttää varovaisuutta avotulen käsittelyssä, kaskeamisen rajoittamista, raaka-ainetta säästävien tervanpolttomenetelmien [515] käyttöä sekä sahateollisuuden jalostusasteen nostamista. [516].

Schaeffer katsoi, että maankuivatuksessa oli varsin mahdollista mennä liiallisuusiinkin. Hän näkee veden arvokkaana luonnonvarana, jopa niin, että jokainen vesipisara voi oikein käytettynä olla arvokas:

"Men om det oförsigtigt aftappas, samt sjöar och vattudragen up emot landtryggane, och i up-soknarne uprensas eller sänkes, under vatnets vanliga medelhögd i dem, inträffar säkert i framtiden, at vi önskade oss kunna återhämta hvar droppa vatten, hvilket onyttigt och onödigt fått afrinna til hafvet. Om det af sjöar och vattudragen i landets up-soknar för hastigt och oförsigtigt afledas, dränkes deraf icke allenast alla underbyggare åt hafs-kusten, utan blifver ock det öfra landet, så tort, sterilt och öde, at det aldrig mera derefter kan upodlas eller bebos." [517].

Schaefferin voidaan tällä kohden ajatella tarkoittavan muutakin kuin maaperän ja kasvien vesitaloutta. Toisaalla hän kuitenkin pitää välttämättömänä, että kuningasväylä pidetään avoimena, joten hän ei ilmeisesti hyväksyisi vesilaitoksia, jotka käyttäisivät koko virtaaman hyväkseen. Vesimyllyjen rakentamista hän ei vastusta, kunhan ne vain suunnitellaan järkevästi. Myllyjen mää-

rää ja siten myös padotusta voidaan näet vähentää, kun yhdellä tehokkaalla myllyllä korvataan monta pientä ja alkeellista. [518] .

Vaatimukset koskenperkausten saattamisesta julkisen valvonnan ja ohjauksen alaiseksi johtivat 1799 Kuninkaallisen Suomen Koskenperkausjohtokunnan [519] perustamiseen. Se sai käyttöönsä 500 miestä ja toimialakseen Kokemäenjoen perkaukset. [520] . Muidenkin vesistöalueiden mahdollisia hankkeita harkittiin - mm. johtokunnan puheenjohtaja E.G.von Willebrand [521] laati Halikonjoen perkaussuunnitelman [522] - mutta töihin päästiin käsiksi vain Kokemäenjoella.

Perkaussuunnitelmia laadittaessa nousi esiin vakavalta näyttäviä ristiriitoja maankuivaus- ja liikenneintressien välille. Innokkaimpia järvenlaskutoiminnan kannattajia oli N.G.Schulten, jonka mielestä järvet olivat hyödyttömiä ja tuottamattomia alueita, jotka niin ollen oli saatava viljelyskäyttöön. Sulkukanavien rakentamista hän vastusti, koska se aiheutti kustannuksia ja esti usein järvenlaskut. [523] . Koskenperkausjohtokunta suhtautui tasapuolisemmin vesistöjen eri käyttömuotoihin. Von Willebrand mainitsee kylläkin ensimmäisenä uudisraivauksen, mutta pitää tärkeänä myös mm. uittoa. [524] . Samoin esim. akatemian edustajana johtokuntaan nimitetty H.G.Porthan, joka tunnettiin järvenlaskujen kannattajana, asettui tukemaan moninaiskäyttöä. [525] . Niinpä Kokemäenjoen perkauksissa pyrittiin ennen kaikkea edistämään maankuivatusta ja tulvasuojelua, mutta suurimpiin koskiin koetettiin myös rakentaa sulkukanavia. [526] . Töitä jatkettiin, kunnes sodan syttyminen keskeytti ne vuonna 1808.

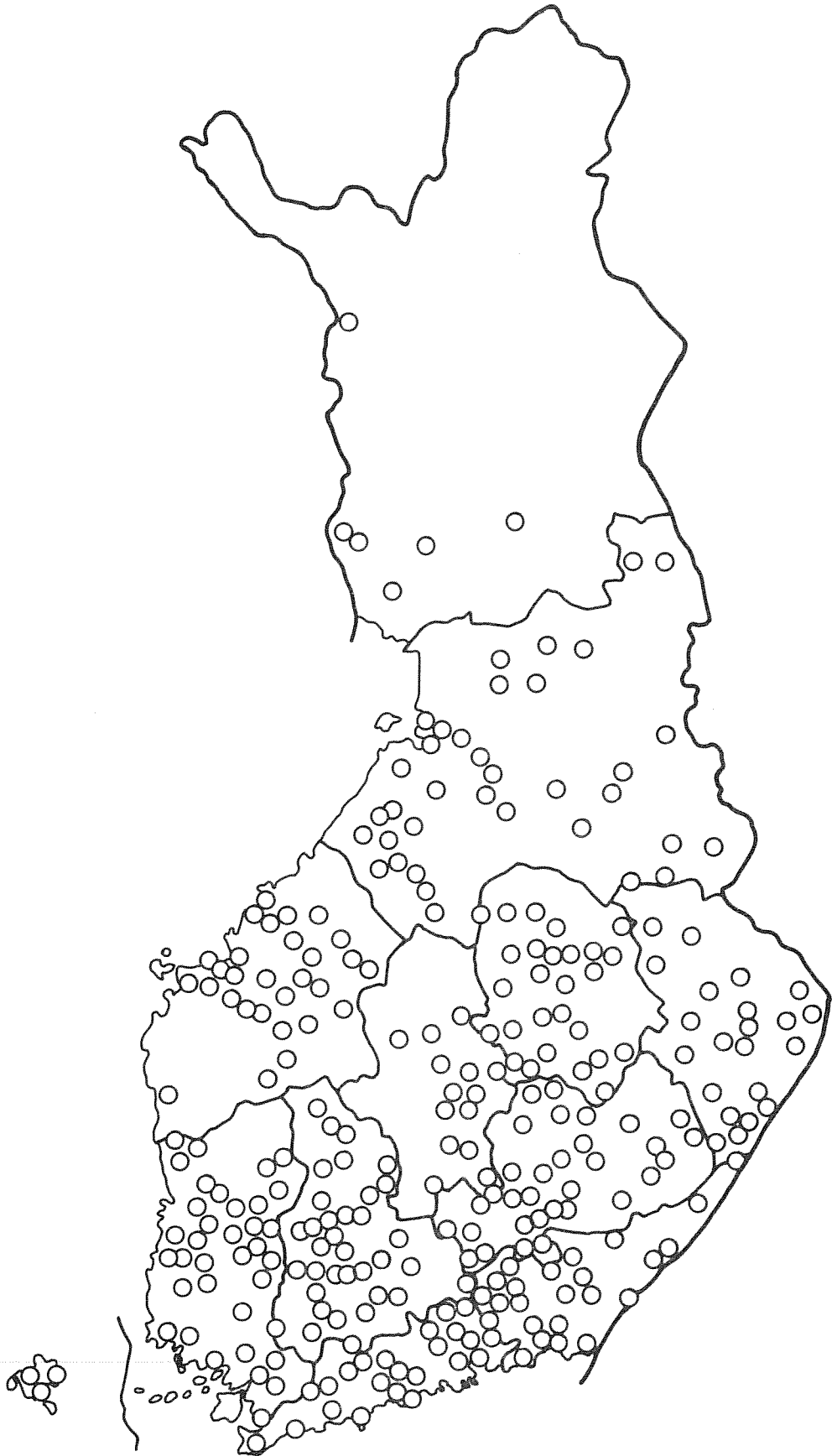
Koskenperkausjohtokunta perustettiin uudelleen 1816, nyt "Keisarikunnan koskenperkaus- ja kanavatöiden johtokunnan" [527] nimellä. Sen toiminta laajeni tässä vaiheessa käsittämään koko

Suomen, ja hankkeita oli seuraavien vuosikymmenien aikana kaikkialla maassa (kuva 12). Pääpaino oli edelleen koskenperkauksissa ja järvenlaskuissa (ks. taulukko 3), mutta kanavointitoimen asema vahvistui jatkuvasti. 1830-luvulla johtokunta sai valmiiksi ensimmäiset suuret kanavahankkeensa, Taipaleen ja Konnuksen kanavat. Jo tätä ennen oli kanavia rakennettu yksityisin varoin. [528]. 1800-luvun suurin kanavahanke, Saimaan kanava, sai jo alkuvaiheessaan oman, Viipurissa toimineen johtoelimensä. [529].

Vuonna 1840 Koskenperkausjohtokuntaa alettiin - ilman virallista nimenmuutosta - kutsua "Tie- ja vesikulkulaitosten johtokunnaksi" [530]. Maanteitä se kylläkin rakensi vain poikkeustapauksissa [531], siltoja jonkin verran enemmän (ks. taulukko 3). Kanavointia pidettiin 1850-luvulle asti pääasiallisena ratkaisuna liikenteen järjestämisessä, sittemmin kanavahankkeiden kanssa alkoivat kilpailla rautatiehankkeet. [532].

Maankuivatukseen ja kanavointiin keskittyneet koskenperkausviranomaiset vieroksuivat yleensä vesivoiman käyttöä. Myllyistä puhuttiin usein halveksivaan sävyyn [533] ja ristiriitojen ilmetessä niitä vaadittiin hävitettäväksi [534]. Vertailun vuoksi todettakoon, että G.G.Hällström, joka ei saanut leipäänsä maankuivatuksesta eikä kanavoinnista, suhtautui asiaan toisin. Hän piti vesivoimaa Suomen oloissa vähintään yhtä tärkeänä kuin vesiliikennettä, mutta huomautti, ettei sen käyttäjä saa loukata muiden vesistön rannalla asuvien etuja. [535].

Varsinaisten vesistötöiden ohella koskenperkausviranomaiset ryhtyivät kuivaamaan suuria suoalueita. Ensimmäisenä kohteena oli Pelson suo, jolla työt alkoivat 1830-luvulla ja jatkuivat vuosikymmeniä. [536]. Laajoja nevoja kuivatettiin valtion varoin 1840-



Kuva 12. Koskenperkausinsinöörikuunnin arkiston (TVH III) asiakirjojen nimissä mainittujen kohteiden alueellinen jakauma Suomen nykyisellä alueella.

ja 1850 -luvulla myös Vöyrissä [537], ja suunnitelmia tehtiin muuallakin. [538]. Suurimman osan suonraivauksista toteuttivat edelleen yksityiset. [539].

Järvenlaskut yleistyivät edelleen 1800-luvun alkupuoliskolla. Huippu saavutettiin eri osissa maata eri aikoina: Uudenmaan läänissä 1840-luvulla, Oulun läänissä vasta 1880-luvulla. Koko maassa oli järvenlaskuja eniten vireillä 1850-luvulla, kaikkiaan 274 toteutettua tai suunniteltua hanketta. [540]. Tämän jälkeen yleinen mielipide kääntyi järvenlaskuja vastaan. Tärkeimpänä syynä on pidetty hankkeiden yhteydessä sattuneita onnettomuuksia ja vahinkoja, erityisesti Höytiäisen väkivaltaista purkautumista 1859. [541]. Kun sitten Tie- ja vesikululaitosten ylihallituksen 1867 julkaisemassa tutkimuksessa kävi ilmi, että vain 60% järvenlaskuista oli sikäli onnistuneita, että hyöty oli kustannuksia suurempi, päätettiin laskuehtoja kiristää. Aikaisemmin lähes kaikki hankkeet olivat saaneet tarvittavan luvan. [542].

Järvenlaskuja toteutettiin 1800-luvun alkupuolella sekä julkisin että yksityisin varoin. Sekarahoitus oli yleisin, ja pitäjäläisten osuus, joka usein tehtiin taksvärkkeinä, oli tavallises-
ti hieman suurempi kuin kruunun. [543]. Viranomaiset laativat ainakin tutkimukset, jotka olivat edellytyksenä hankkeen hyväksymiselle. [544]. Varsin usein näissä tutkimuksissa epäonnistuttiin pahoin, kuten vuoden 1867 selvitys osoitti.

Eräänlaisen vesistöhanke-tutkimuksen ihanteen muotoili G.G.Hällström 1819 Koskenperkausjohtokunnalle tarkoitetussa lausunnossaan (liite 3). Hänen mielestään hanketta varten tulee olla käytettävissä vesistöalueen yleiskartta, jonka avulla vesistöä voi tarkastella kokonaisuutena. Siihen tulee tarkoin kuvata

kaikki järvet ja joet - keskivedenkorkeuden [545] mukaan, joka siis on tunnettava - ja siitä tulee käydä ilmi valuma-alueen rajat. Lisäksi on laadittava kutakin työkohdetta varten yksityiskohtainen kartta. Edelleen on selvitettävä vaaitsemalla alinta ja ylintä vedenkorkeutta [546] vastaavat vesirajat ja merkittävät ne karttoihin. Syvyys-suhteet on selvitettävä luotamalla, ja mukaan on syytä liittää myös pitkittäis- ja poikittaisprofiilipiirustuksia. Täydellisessä tutkimuksessa on määritettävä vielä veden virtausnopeus, joka on tarpeen virtaaman [547] laskemiseksi.

Hällström korostaa paikallistuntemuksen merkitystä suunnitelmia laadittaessa, yleiset hydrauliiikan tiedot eivät hänen mukaansa riitä. Tutkijan on myös tutustuttava mm. kaivettavan maan laatuun, ja hänen on osattava laatia hankkeen kustannusarvio sekä verrattava sitä saavutettavaan hyötyyn. Hankkeen vaikutukset sekä ala- että yläpuolisiin vesistön osiin on selvitettävä. Muussa tapauksessa saattaa seurauksena olla "hävitystä ja kauheita onnettomuuksia", tai ainakin tuhlataan vastuuttomasti julkisia varoja. Jos esimerkiksi järven pintaa pystytään laskemaan vähemmän kuin on kuviteltu, voi tuloksena olla pelto- ja niittymaan sijasta suota ja "vahingollisia lätäköitä".

1800-luvun alkupuolen hanketutkimuksista yksikään ei täyttäne Hällströmin ehdottomia vaatimuksia. Vesistön morfologia selvitettiin kyllä yleensä enemmän tai vähemmän huolellisesti. Raporttien laatijat suosivat pituusdimension käyttöä, järvien ja vesistöalueiden pinta-alat ovat jokseenkin harvinaisia tietoja. [548]. Vedenkorkeuden keski- ja ääriarvoja ei yritettykään määrittää täsmällisesti, tavallisesti tyydyttiin vaaitukseen jona-kin sopivaksi katsottuna päivänä "normaalina aikana". Virtaamaa

ei myöskään yleensä yritetty mitata, sen aikakeskiarvoista puhumattakaan.

Töiden vaikutuksia koskevat arviot ulottuvat raporteissa harvoin välittömän työmaa-alueen ulkopuolelle. Niinpä edellä mainitun Kainastonluoman perkaushanketta tutkinut C.G.Holm huomauttaa kyllä, että jos luoman latvoilla sijaitseva Iso Varrasjärvi kuivataan, niin tulvat lisääntyvät järvettömällä alajuoksulla. Kainastonluoman ja muiden vastaavien vesistöjen perkausten vaikutuksesta koko Kyrönjoen vesistön virtaamaoloihin hän sitä vastoin vaikenee. [549].

Syynä hanketutkimusten vaatimattomaan tasoon lienee ollut ennen kaikkea laitteiden ja henkilöresurssien puute. G.G.Hällström huomauttikin, että niin keskushallinnon virkamiehillä kuin paikallisilla työpäälliköilläkin on ennestään aivan tarpeeksi työtä, joten tutkimuksia ei tulisi asettaa kumpaistenkaan vastuulle. Sama koskee maanmittareita, joille vesistötutkimus tulisi kuitenkin olemaan sivutoimi, kuten ennenkin. Sitä paitsi kaikilla ei välttämättä ole tutkimustyön edellyttämiä kykyjä ja valmiuksia. Niinpä Hällströmin mielestä olisi parasta palkata tarkoitusta varten erillinen virkamies. Hän aikoi aluksi ehdottaa, että tätä virkamiestä kutsuttaisiin "hydrografiksi" (Hydrograph), mutta päätyi kuitenkin esittämään virkanimikettä "koskenperkausinsinööri" [550]. (Kuva 13, s.109) - Hydrografin virkoja perustettiin vesihallintoon vasta 90 vuotta myöhemmin, Hydrografisen toimiston aloittaessa toimintansa. [551].

Koskenperkausjohtokunnan insinöörikunta, jonka huoleksi tutkimukset jäivät, oli koulutustaustaltaan varsin kirjava. Osa insinööreistä oli entisiä upseereita [552], jotkut olivat opiskelleet

yliopistossa, toiset taas ulkomailla. [553]. 1820-luvulta lähtien insinöörejä koulutettiin myös insinöörikunnan piirustuskonttorissa. [554]. Vuodesta 1840 lähtien kaikilta insinöörikuntaan valittavilta edellytettiin periaatteessa Venäjän tie- ja kulkulaitosopiston täydellisen kurssin suorittamista. [555]. Käytännössä tästä lienee tingitty. Vuoden 1860 säädösten mukaan insinööritä vaadittiin Pietarin teknillisen opiston, jonkin ulkomaisen teknillisen opiston, Suomen kadettikoulun tai kolmi-vuotisen teknillisen reaalikoulun suorittamista. Kysymykseen tuli myös ylioppilas, joka "kuulusteluissa oli osoittanut omaavansa riittävät tiedot matematiikassa, fysiikassa ja mekaniikassa". [556].

Ainakin kotimaiset insinöörikoulutuksen vaihtoehdot olivat varsin suppeita. Kuvaavaa on, että vuonna 1849 toimintansa aloittaneessa Helsingin teknillisessä reaalikoulussa ylioppilaat pääsivät suoraan kolmannelle eli viimeiselle luokalle. Vesirakennus kuului osana yleiseen rakennustaitoon, joka muodosti yhden koulun viidestä valinnaisesta linjasta eli ammattiosastosta. Aineessa oli vain yksi opettaja, jonka opetusalaista vesiasiat muodostivat vain pienen osan. [557].

Tekniikan opetuksen kehittämiseksi tehtiin 1850- ja 1860-luvuilla monia suunnitelmia. Kenraali Frithiof Neovius [558] ehdotti 1862 oman osaston perustamista "geodeettien, maanmittarien ja hydrografien" koulutusta varten. [559]. Vesiala pysyi kuitenkin edelleen kytkettynä yleiseen rakennustaitoon, josta huolehti aina vuoteen 1879 yksinään tarmokas norjalaissyntyinen insinööri Endre Lekve. [560]. Koulutus piteni nelivuotiseksi, ylioppilaille kaksivuotiseksi. [561].

Insinöörikunnan omista tutkimusihanteista on vaikea saada luotettavaa tietoa, kattavasta kuvasta puhumattakaan. Hankeselvityksistä käy joka tapauksessa ilmi, että vain harvat pyrkivät esittämään hydrologista aineistoa enemmän kuin oli välttämätöntä. Ammattikunta kokonaisuudessaan oli käytäntöön suuntautunut, eikä tutkimuksesta käytännölle koituva hyöty varmaankaan ollut kaikille ilmeistä. Jälkeenpäin arvioidenkin varhaisista tutkimuksista lienee ollut enemmän hyötyä tieteenalan yleiselle kehitykselle kuin itse hankkeille.

6. EPILOGI

Jokainen tieteenharjoittaja joutuu tasapainoilemaan generalistin pinnallisuuden ja spesialistin irrallisuuden välillä. Ongelma on moniulotteinen, sillä erikoistua voi monella tavalla. Historiaa tutkittaessa on esimerkiksi päätettävä, missä määrin keskittyään tiettyyn ajanjaksoon, maantieteelliseen alueeseen tai inhimillisen kulttuurin alaan.

Tämän tutkielman tarkoitus on olla Suomessa harjoitetun hydrologisen tutkimuksen varhaisvaiheiden yleisesitys. Aivan Suomen rajojen sisällä ei ole pysytty, koska erityisesti pluvialistisen vallankumouksen osalta on ollut välttämätöntä selvittää kansainvälistä taustaa ja koska näiden Ruotsin itäisten maakuntien vaiheita ei aina voi tarkastella valtakunnallisesta kehityksestä erillään. Tieteenalarajauksen osalta noudatettu linja on väljempi kuin yliopistollisia oppiaineita määritettäessä. Ulkopuolelle on tosin haikein mielin jouduttu jättämään mm. sisävesien kemia ja biologia, jotka ovat liian laajoja aloja tässä tarkasteltavaksi. Mukana olevia aloja on pyritty käsittelemään tasapuolisesti, joskaan tässä ei välttämättä ole onnistuttu. Kirjoittaja

olisi halunnut tarkastella laajemmin maailmankuvaproblematiikkaa, kun taas yhteiskunnallinen tarve ja ehkä myös useimpien lukijoiden intressit edellyttäisivät sovellusten lähempää tarkastelua.

Tutkimuksen aikarajat olisi voitu asettaa usealla eri tavalla. Tärkeimpänä pidettiin 1700-luvun hydrologian selostamista, joten tarkastelu olisi voitu lopettaa esimerkiksi 1800-luvun alussa tapahtuneeseen kokeellisen tutkimuksen läpimurtoon, Ruotsin vallan ajan päättymiseen (1809) tai Turun paloon ja yliopiston muuttoon (1827).^[1] Hydrologian kehityksen kannalta selvin raja olisi ollut Hydrografisen toimiston perustaminen (1908). Rajaksi on kuitenkin valittu 1860-luku, teollisen vallankumouksen vuosikymmen. Viljo Rasila luonnehtii tätä ajanjaksoa seuraavasti:

"Suomen historiassa on 1860-lukua totuttu pitämään suurena vedenjakajana, joka käänsi kehityksen kulun uusiin uomiin. Taloudellisella alueella muutos oli niin suuri, että Suomen koko taloushistoria voidaan jakaa sen perusteella kahteen osaan. Ennen 1860-lukua suomalainen yhteiskunta oli perusluonteeltaan maatalousvaltainen ja staattinen, mutta sen jälkeen yhteiskunnan olennaisin piirre on ollut teollistuminen ja kaupungistuminen.

Tästä totunnaisesta kahtiaajaosta huolimatta aikakausilla ei ole jyrkkää rajaa eikä muutos tapahtunut äkkiä. Päinvastoin teollistuminen on ollut pitkä prosessi, joka itsessään on sisältänyt useita vaiheita. Ensimmäinen laaja yhtenäinen jakso jatkui ensimmäiseen maailmansotaan eli vuoteen 1914 saakka. Tätä jaksoa onkin nimitetty Suomen ensimmäiseksi teollistumiskaudeksi." ^[2]

Hydrologia oli 1800-luvun jälkipuoliskolla voimakkaasti sidoksissa sovelluksiinsa, ja sen kehitys noudatti paljolti samoja linjoja

kuin taloudellinen ja tekninen kehitys. Mitään valtavia harppauksia eivät tuon ajan edistysaskeleet olleet, mutta tutkimustoiminta laajeni ja vakiintui vähä vähältä. Hankkeita pantiin alulle, niitä vietiin loppuun ja niitä tyrehtyi kesken, kuten ennenkin, innostus syttyi ja sammui kuten ennenkin, mutta ero entiseen verrattuna oli selvä. Ennen teollista vallankumousta tieteelliset riennot olivat kuitenkin olleet lähinnä fluktuaatioita jokseenkin staattisessa systeemissä, uudelle tilanteelle oli ominaista ekspansiivinen trendi. Tuon aikakauden tarkasteluun ei tässä yhteydessä kuitenkaan ole mahdollista ryhtyä. [3].

SUMMARY: HYDROLOGY IN FINLAND BEFORE THE INDUSTRIAL REVOLUTION

This general review of the history of Finnish hydrology deals with the early stages of the science, ending with the beginning of the industrial revolution in 1860's. A hydrologist may call this period prehistorical: Regular observation series of any use for modern science are not available until that time, even if attempts were made since the 1750's. The scientific conception of the world, including a modern view of the hydrological cycle, was however established during this early period, and even the first vague steps of observational science are essential in understanding the later development. It is therefore appropriate to begin with the very beginnings, the introduction of academic culture in Finland in the seventeenth century.

Finland got its first university, Academy of Turku (*Academia Aboensis*) in 1640. Before this, Finnish students had been sent to the University of Uppsala or - more often - to some of the universities in Germany, to get the education needed for a clerical career. In a complete university course, an essential part was the natural philosophy. During the most of the seventeenth century it was in Turku, as in most Lutheran universities, dominated by an orthodox neoscholastical Aristotelism.

The most important hydrological problem was that of the origin of springs. Aristoteles, the greatest of authorities, insisted that the ground water is produced in large subterranean cavities, where air, a warm and wet element, is turned to water, a cold and wet element, by the coldness of the mountains. This was not, however, the generally accepted view. According to the most

popular theory, here called arterialism, the spring water comes from the sea by subterranean veins. The salt is filtered away by the soil, and therefore the water becomes fresh. According to an alternative view, sea water sinks to huge subterranean cavities, where it is evaporated by the ever-burning subterranean fire, and rises to the upper layers of earth, where it is cooled and comes out as spring water. The most distinguished supporter of this theory was Rene Descartes (1596-1650). Even the modern view, here called pluvialism, according to which ground water comes from rain water infiltrated in the ground, was often discussed, but it was generally rejected. Some ground water may, according to the general view, have originated from rain water, but not all. Another mechanisms are needed, and these are suggested by arterialism and the other non-pluvialistic - or rather, semipluvialistic - theories.

Sigfrid Aronus Forsius (1550-1624), a clergyman, astronomer and astrologer, can be regarded as the first hydrologist in Finland. In his *Physica* (1611), he discusses several hydrometeorological questions, mostly in Aristotelian terms, but sometimes expressing original opinions. According to him, the hydrometeors are mixed bodies (*corpora mixta*), composed of water and air, sometimes even of earth; evaporation is caused by heat and the influence of sky and stars; clouds are formed by condensation of the fog by cold; rain is produced when cloud is melted by the heat of the sun and hot stars. Snow is produced around the clouds from cold vapours. It is white because it is cold, which is proved by the fact that in cold countries even the animals are white.

As for the origin of springs, Forsius rejects pluvialism and the Aristotelian theory, and chooses arterialism. He answers some objections raised against this theory. It had been asserted that water, a heavy element, cannot naturally rise upwards but only fall. Forsius answers that water quite well can rise in the earth, because the later is still heavier. The rise is supported by the air in the veins, as in pumps and fountains, and by the attraction of moon and stars, it is associated with the tide. Forsius agrees with the objection that the veins will gradually be filled with salt. That is what happens, the earth is growing old and degenerated, as plants, animals and people do.

The approach of Forsius was not entirely speculative, his arguments often include observational statements. He had even practised field research as a land-surveyor in Lappland. Of 17th-century Finnish hydrological thinkers he is to be considered as the most distinguished. His influence was unfortunately quite small. He did not have pupils, nor was his *Physica*, written in Swedish instead of Latin, printed and used in elementary education as he had intended.

The origin of springs is later discussed in Academy of Turku, in the dissertation literature of the professors Daniel Achrelius (1644-1692) and Petrus Hahn (1654-1718). Both reject pluvialism and accept arterialism. Another much debated question was the nature of the sublunar waters mentioned in the Bible. Even other subjects, as the composition of hydrometeors, were discussed. The approach in these writings is theoretical and speculative, practical applications are not mentioned.

Pluvialism was generally rejected because the rain water was not considered as sufficient to afford all the water in springs and rivers. No quantitative measurements were, however, made to check the validity of this general belief. This was, at last, done in 1670's and 1680's by the Frenchmen Pierre Perrault (1608-1680) and Edmé Mariotte (1620-1684) and the Englishman Edmond Halley (1656-1742). The rain water, observed by rain gauges, proved to be well enough to produce the observed discharge in rivers.

A shift of paradigm, here called the pluvialist revolution, began now to spread over Europe. The change was nevertheless slow and was mostly carried out by generation shift.

In Finland, the first pluvialist dissertation, with Nils Hasselbom (1690-1764), professor in Mathematics, as praeses, and Abraham Roering (1710-1759) as respondent, was published in 1732. It discusses and rejects first the various semipluvialist theories. After this, the observations and experiments of Mariotte and Halley are illustrated, even with their quantitative results. Consequently, the pluvialistic theory of the hydrological cycle is accepted and considered as a splendid and superior one.

The Hasselbom-Roering dissertation was the first revolutionary pluvialistic account in Sweden-Finland. In Uppsala, pluvialism was first prevented by a strong Cartesian tradition. In 1740's, Johan Gottschalk Wallerius (1709-1785) became the greatest authority in Swedish hydrology. He was a semipluvialist, with an eclectic view combining arterialism, pluvialism and the Cartesian theory. He didn't, however reject pluvialism as categorically as his predecessors. In Finland, he was followed by Pehr Kalm (1716-1779), professor in natural history and economy, a popular lecturer with a great audience.

Important pluvialistic contributions in Sweden-Finland were made in 1750's by the Finnish colonel lieutenant Carl Fredrik Nordenskiöld (1702-1779) and Pehr Wargentin (1717-1783), secretary of the Royal Swedish Academy of Science. In 1770's and 1780's, Pehr Adrian Gadd (1727-1797), professor in chemistry, had the presidium in several hydrological dissertations. The results of Mariotte are mentioned, and pluvialism is presented as the valid theory of the origin of springs. Semipluvialistic theories are no more discussed.

The empirical and observational natural science had its beginning in Finland after the Great Northern War. During the war, Finland was occupied by Russians for eight years (1713-1721), the university was closed and a natural shift of generation took place. The scholastic natural philosophy was without serious conflicts replaced by a more critical natural philosophy and an empirical research. The technical interest of knowledge became soon dominating, and natural sciences were strongly favoured in science policy because of their numerous practical applications. The number of professorships in natural sciences increased from 2 to 4. This economic period, as it is often called, was in the end of the century succeeded by an era of more specialized basic research. It culminated in the early half of the 19th century in the work of Gustaf Gabriel Hällström (1775-1844), a long-time (1801-1844) professor in physics.

The pluvialist revolution was of crucial importance to the development of hydrology. It established both the correct view of the hydrological cycle and the use of empirical-observational methods. The various branches of hydrology could now begin to

develope. In the following, an outlook is made on the research of the physical properties of water, the land uplift research, hydrometeorology, surface water hydrology, ground water hydrology, hydrogeography and the applications of hydrology.

Some 18th-century dissertations deal with the physical properties of water, for instance the number of water particles in a volume unit, and the question whether water is incompressible. Some small-scale research in hydrostatics was also made in the 18th century. In the 19th century, hydrostatics became the most advanced part of Finnish physical science by the works of G. G. Hällström on the temperature of the maximum density of water. This was for some time known to be about 5°C , but Hällström could by careful experiments and by using the recently invented and in that time very laborous method of least squares, give the most accurate results in the first half of the 19th century, $T = (4,301 \pm 0,134)^{\circ}\text{C}$. The experimental method used by Hällström was pondering hollow glass balls in water.

One interesting piece of research made by Hällström was proving that the elevation of water in a capillary tube is not dependent on the length of the tube. He showed that the results suggesting the opposite were due to the fact that the tube gets dirty if the water is successively taken out of it by blowing by mouth.

The land uplift research is a Finnish-Swedish - or Baltic Sea - speciality due to the strong appearance of the effect at the coasts of Northern Baltic Sea, especially the Bothnian Gulf. In the first half of the 18th century, a theory that explained this effect as water recession by the turning of water to earth,

became popular in Sweden. It was refuted in a posthumous work (1755) by Johan Browallius (1707-1755), professor in physics and later bishop. He gave several pieces of evidence against the theory and insisted the impossibility of water turning to earth, an assertion of some interest considering the development of chemistry. After this account of Browallius, the discussion faded away. Ephraim Otto Runeberg (1722-1770), chief of the Finnish commission of land-surveying, gave in 1765 an alternative explanation based on land uplift, but it did not get much attention. The land uplift theory had to wait till the beginning of the 19th century to be generally known and, however accepted by the most, to the end of the century to be definitely proved. In Finland, some important research on this subject was carried out by G. G. Hällström, who collected older sea level observations and made some new. As an adherent of the new theory he realized that the rate of land uplift was different in various parts of the country - which is, of course, impossible with water recession. Therefore he emphasized the importance of determining the rate in various places. Regular sea level observations began in Finland in 1850's.

in hydrometeorology, the 18th-century dissertations could be both empirical and speculative. An author in the 1750's had made experiments to make out, whether the dew comes from the ground or from the air. He even explained that the evaporated water particles are small hollow spheres including air. The structure of vapour particles was discussed even later. Of a greater importance is the research made on the causes of summer night frost, a very practical and acute problem of the Finnish agriculture. A long treatise was written by P. A. Gadd (1758),

but he could only refute some actual theories, not give any positive theory for the phenomenon. In 1807, a treatise was published by G. G. Hällström, based on quantitative evaporation experiments with pure water, softened clayish water and damped peat. Hällström considered the reason of night frost to be the heat loss by evapotranspiration. Therefore, ground lakes and peatlands and other wet places, where much evaporation can take place, are real nests of frost. If they were drained, much of the damage could be avoided. Another factor, the spreading of cold air downhill to the low areas, could also to some extent be eliminated by making the drainage channels deep enough to lead away the cold air. - The theories of Hällström were generally accepted and became a paradigm of Finnish frost research and protection till the end of the century, when the cause of night frosts was shown to be the heat loss by radiation.

The rain gauge (ombrometer) is mentioned already by Hasselbom and Roering in 1732, but there is no evidence of its use in Finland at that time. In Uppsala, daily precipitation observations were began in 1739 by Anders Celsius, and in Turku in 1750 by Johan Leche (1704-1764), professor in medicine. After the death of Leche, the observations were carried on by P. Kalm, and later by other university teachers, until 1800, when they ceased. From the first half of the 19th century there are only some summer precipitation observations in Kalajoki (1819-1827) and the observations of Helsinki from 1844 onwards. In the later half of the century, new gauges were gradually set up in other parts of the country.

In 1750's, there was a great enthusiasm for meteorological

observations. It was supposed that after gaining some knowledge of the climate, it would be possible to forecast the weathers for a long time, a whole year or so. No such results were, of course, obtained. The enthusiasm was consequently cooled down and the observation programmes degenerated. The personal interests, ability and activity of the observers played a great role. Leche concentrated much of his efforts to climatological research; he made himself his ombrometers of metal, which he considered to be superior to the wooden (!) ombrometers available; his published research reports were thorough and readable. Kalm, his successor as observer, was a man of many activities and could not pay so much attention to observing. He seems to have been more interested in quantity than quality - he suggested that a single pail may be a rain gauge good enough. He did, however, follow the instructions of Leche in his own observations. Later, G. G. Hällström was a very industrious meteorological observer, but he was interested in mainly temperature and atmospheric pressure, and he did never take up again the precipitation observations that had ceased just before he entered his professorship in 1801.

There was an instruction to build water level gauges suited for both seas and lakes already in a dissertation of Kalm in 1754, but no observation series are known from the 18th century. Regular water level observations at inland waters began in 1843 at Lake Näsijärvi, and four years later at Lake Saimaa, at the head of Saimaa Canal. The latter series is still continuing. In the second half of the century, the number of gauges gradually increased.

The oldest report of a discharge measurement is that made some time between 1758-1763 at Kokemäenjoki River. In 1819, G. G. Hällström suggested that discharge measurements should be an essential part of investigations when lake drainages and other hydrographical projects are planned. Some measuring experiments were actually made, but they were singular and unreliable. After 1860, with the development of hydrometrical techniques, discharge measurements gradually became more common.

Records on break-up times of rivers and lakes are among the oldest hydrological data in Finland. From 1740's onwards there are some continuous series of several decades. These were used by G. G. Hällström for determining the secular changes of break-up times by the method of least squares. He even applied the newly developed harmonic analysis for investigating the daily and annual variations of several meteorological phenomena, of which at least the temperatures are of great hydrological interest. This climatological research programme also included studies on the latitude dependence of these phenomena.

The causes of spring floods were a matter of great importance for the rapidly expanding agriculture. Damages caused by the floods were reported to have increased during the 18th century, and in 1786 two important dissertations on this subject were published under the presidium of J. A. Gadd. The increase of floods was supposed to be a consequence of settlement expansion. Originally the country was covered by forests, and spring floods naturally occurred after snowy winters. The settlement was first established at the coast and the lower courses of rivers. In these areas, now mostly open fields, the snowmelt now occurred earlier than in the forests of the upper courses. The flood

caused by this first melting period had already receded when the second flood peak reached these regions. Instead of one great flood there were now two smaller peaks, and consequently the areas covered by the flood were reduced. This benefit was lost, when the settlement reached the upper courses. New fields were cleared, and large forest areas were also destroyed by tar production and the increasing timber cutting. The melting now occurred simultaneously in the whole drainage area, and now much faster than in the natural state.

The next important contribution to flood research was made in 1840's by Fredrik Adolf Hällström (1787-1861), an officer in the Directorate of rapids clearing. Discussing the floods of Siikajoki River, he criticized the opinion that the floods were increased by draining the swamplands. A swamp in natural state, he claimed, will be filled with water during the autumn and winter, and when the melting begins, it will not be able to store the melt waters but will flow over. Instead, if the edge of the swamp is punctured with drains, the autumn rain water will flow away during the autumn and winter, and the peat will be able to store a great deal of the water. This theory was in early 20th century much discussed by Finnish hydrologists.

The greatest progressive step in ground water hydrology was the acceptance of pluvialism. No more detailed research on ground water flow was, however, practiced in Finland. Some experimental research was made on the chemical composition of spring waters.

The first steps towards a Nordic hydrogeography were taken when Olaus Magnus in 1539 published his famous Carta Marina. It was

still mostly imaginative, for instance the lakes usually had outflows in several directions. The first modern map, based on land surveying, was published by Anders Bure in 1626. During the following centuries, the maps were gradually improved. In 19th century, an interest grew in determining drainage areas. In 1860's the values for the largest river systems were already almost correct.

The most important applications of hydrology were those on the construction of canals and clearing of rapids and lowering of the levels of lakes. These kinds of projects became a matter of public interest in the economic period after the Great Northern War. The ambitious plans of that period could seldom, if ever, be carried out, but lake drainages and rapid clearings became more and more common, and experience was gained. It soon became obvious, that many projects were unsuccessful or simply harmful because of poor planning and lacking hydrological knowledge. A typical mistake was beginning the clearings of rapids in the worst flood regions, often in upper courses, which resulted in increased floods in the lower parts of river systems. This was soon realized and reported in the previously mentioned dissertations of P. A. Gadd (1786). The requirement was now raised that the drainings and rapid clearings should be set under public control and planning.

After the establishment of the Directorate of rapids clearing in 1816 it was presupposed that for every planned hydrotechnical project, an investigation, including the basic hydrological characteristics of the water course system, should be carried out. Several hundreds of research reports were actually written

during the following four decades, but the hydrological material in them is scanty. Usually, no information about discharges and water level variations is given; the quantitative data consists normally of characteristic values of water levels in lakes or lengths and fall heights of rapids. Instead of drainage areas, the lengths of water courses are given.

After the catastrophe at the lowering works of Lake Höytiäinen in 1859, and numerous smaller unsuccessful projects, a general evaluation of hydrotechnical projects was made in 1860's. The need for more thorough hydrological research was now made more obvious. At this time even the beginning industrialization created new needs for using hydroelectric power, a fact that increased the conflicts between different forms of utilization of water resources. The systematic hydrological research actually began to grow up from 1860's. A new era in the history of Finnish hydrology had begun. It was, however, not until 1908 that this research got its permanent institutional form with the establishment of the Hydrographical bureau.

VIITTEITÄ JA HUOMAUTUKSIA

Lukuun 1:

- [1] Tekniikan ja luonnontieteen vaikutuksesta kulttuuriin on toki kiistelty ennenkin. 1920- ja 1930 -luvulla keskustelua herätti Oswald Spenglerin teos "Der Untergang des Abendlandes" (1918-1922). (ks. esim. Ahlberg 1930.) Suomalaisista puheenvuoroista mainittakoon Yrjö J.E. Alasen tekniikan kritiikki kirjassa "Kristinusko ja kulttuuri" (1933) ja Väinö V. Airaksen vastaus siihen (1936). 1960-luvun alussa taas käytiin C.P. Snow'n kirjan (1959) pohjalta kahden kulttuurin ongelmaa koskeva keskustelu. (Saarenheimo 1967.)
- [2] De Solla Price (1975, s.206), joka itse on lähinnä tieteen sosiologian tutkija, katsoo, että tieteen tutkimuksesta tulisi 70-80% olla tieteen historiaa, 20-25% tieteen filosofiaa ja loput tieteen sosiologiaa ja psykologiaa. (Lehti 1981, s.150.)
- [3] Oppineisuuden historian professuuri oli pääosan ajasta yhdistetty kirjastonhoitajan virkaan. (Tarkemmin: Heikel 1940, s.812-845.) Kun 1852 perustettiin estetiikan ja nykyiskansain kirjallisuuden professuuri, siirtyi kirjahistoria uuden professorin opetusalaan, jolloin muu oppihistoria jäi vähin äänin oppituoille vaille. (Kivinen 1982, s.11.) - Oulun yliopistossa on vuodesta 1974 ollut yleisen aate- ja oppihistorian professuuri.
- [4] Blomqvist 1916; Renqvist 1936, 1938, 1940; Johansson 1913; Tulvakomitean mietintö 1939, s.10-36. Tärkeimpänä näistä on pidettävä Blomqvistin yleisesitystä.
- [5] Vesistötieteissä ekspansio näyttää tapahtuneen vasta 1950-luvun lopulta lähtien. Vuosien 1934-1959 Hydrologisessa bibliografiassa on mainittu 101 julkaisua vuosilta 1934-1939, 90 julkaisua vuosilta 1940-1949 ja 122 julkaisua vuosilta 1950-1959. Vuosien 1960-1970 Hydrologisessa bibliografiassa on mainittu 763 julkaisua, joista 670 on vuosilta 1960-1970. On tosin huomattava, että vuosien 1960-1970 bibliografiaan on otettu aikaisempaa enemmän vesiensuojelua ja vesien käyttöä koskevia kirjoituksia (alkulause, s.3), mutta valintaperusteiden muutos ei yksinään riitä selittämään lukujen voimakasta kasvua, joka on keskittynyt erityisesti mainituille aloille.
- [6] Simojoen teos kuuluu osana Suomen Tiedeseuran sarjaan "The History of Learning and Science in Finland 1828-1918", jonka on määrä valmistuttuaan kattaa kaikki Suomen Keisarikunnassa Aleksanterin-Yliopistossa harjoitetut tieteenalat.
- [7] Pertti Toivanen on tehnyt lisensoitettututkielmanaan yleiskatsauksen "Atomistiikka Suomessa 1640-1940" ja väitellyt tohtoriksi aiheenaan Johan Gadolin aineen rakenteen tutkijana. Johansson (1976) käsittelee pro gradu -tutkielmassaan suomalaisten fysiikan oppikirjojen kehitystä, Rantanen (1975) 1800-luvun alkupuolen suomalaisia fyysikkoja, Astikainen (1973) J.A. Wasastjernaa, Nevalainen (1973) Harald Lunelundia, Hirn (1982) kopernikaanisen vallankumouksen vastaanottoa, Jokiranta (1966) Isaac Newtonia gravitaation tutkijana, Vahtola (1976) energia-käsittelyn kehitystä, Linnanmäki (1975) pituuden ja ajan mittanormaalien kehitystä, Töyrylä (1955) ja Nieminen (1973) röntgenfysiikan kehitystä, Mylläri (1959) ja Rönkkö (1965) Max Planckia sekä Streng (1965) hiukkaskiihdyttimien tyhjiötekniikan kehitystä.

(Lukuun 1)

- [8] Mainittakoon tässä vain muutamia:
Anttila (1967) ja Putto (1950) ovat käsitelleet järvenlaskuja, Söderling (1963) Suomen vesitiekysymyksiä vapauden ajalla, Vihavainen (1975) taloudellista valistusta Turun akademian väitöskirjoissa ja Tiitta (1981) Topeliusta maantieteilijänä.
- [9] Dissertaatioista on suurin osa latinankielisiä, mikä nykytilanteessa tuottaa vaikeuksia useimmille niistä luonnontieteilijöistä, jotka haluaisivat niihin perehtyä. Suureksi avuksi on Slotten (1898) teos, jossa on referoitu monia tärkeitä Turun akademian matematiikan ja fysiikan professorien johdolla tehtyjä dissertaatioita.
- [10] Tärkeimmät ovat Kongliga Svenska Vetenskaps-akademiens Handlingar ja Acta Societatis Scientiarum Fennicae.
- [11] Käytetyt käsikirjoitukset kuuluvat Helsingin yliopiston kirjaston Gadolinin-Hällströmin kokoelmaan ja yleiseen kokoelmaan sekä Suomen ja Ruotsin valtionarkistojen kokoelmiin.
- [12] Tämä koskee erittäinkin opinnäytetöitä. Tieteenhistoria on usein nähty opettajaksi aikoville sopivaksi alaksi, ja tyyppilliseen fysiikan opettajan aineyhdistelmään ei tavallisesti kuulu geofysiikan tai meteorologian arvosanoja. Yleisen fysiikan opetuksessa nämä alat taas sivuutetaan lähes kokonaan.
- [13] Ks. luvun 2 viite 25.

Lukuun 2:

- [1] Suomen tieteellisessä traditiossa hydrologiaan luetaan kuuluvaksi lähinnä mannerten veden määrää ja liikkeitä sekä veden kiertokulun kokonaisuutta koskeva tutkimus, kun taas veden laatukysymykset, jotka useissa ulkomaisissa hakuteoksissa (esim. Encyclopaedia Britannica) luetaan hydrologian alaan kuuluviksi, ovat meillä sijoittuneet muihin opinaloihin. 'Hydrografiaa' käytettiin meillä, kuten muissa Pohjoismaissa ja Saksassa, 1800-luvulla ja pitkään 1900-luvullakin samassa merkityksessä kuin nykyisin 'hydrologiaa'. Pisimpään nimitys säilyi hallinnossa, hydrologian tutkimuksesta vastaavaa valtion elintä kutsuttiin aina vuoteen 1960 Hydrografiseksi toimistoksi. 'Hydrologia' ja 'hydrografia' miellettiin usein synonyymeiksi, mutta 'hydrologia' on voinut tarkoittaa myös erityisesti pohjavesiä tutkivaa tiedettä (Iso tietosanakirja 4, 1932, s.v. hydrologia) tai kivennäisvesioppia (Nordisk Familjebok 11, 1909, s.v. hydrologi), riippuen traditiosta, jota on seurattu. 1700-luvulla ja vielä 1800-luvullakin tieteenalojen nimitykset saattoivat merkitä mitä moninaisimpia asioita. Käytäntö on ajan kuluessa huomattavasti yhtenäistynyt.
- [2] Esim. G.G.Hällström ilmoittaa tutkielmansa "Afhandling om nattfrosterne i Finland" kuuluvan meteorologian piiriin. Suomen ilmastobibliografiassa (Huovila & Pollari 1968) se on sijoitettu luokkaan "ilman lämpötila", hydrologisessa bibliografiassa se taas olisi sijoitettava luokkaan "Hydrometeorologia. Haihtuminen ja kosteus".

(Lukuun 2)

- [3] Esim. Adolf Moberg käytti 1850-luvulla luennoissaan 'meteorologiaa' geofysiikan yleisnimityksenä. (Moberg: Meteorologi).
- [4] sanatakkasti "hydrografian".
- [5] Iso tietosanakirja 4, 1932, s.v. hydrografia.
- [6] Maantiede (geografia) voidaan määritellä esim. "maapallon pinnan kuvaamisena". (Otavan suuri Ensyklopedia 5, 1978, s.v. maantiede)
- [7] Fogelberg 1981, s.8; Otavan suuri Ensyklopedia 5, 1978, s.v. maantiede. Tällä kannalla ovat olleet mm. maantieteen klassikot Immanuel Kant, Alexander von Humboldt ja Carl Ritter.
- [8] Fogelberg 1981, s.12.
- [9] Eskola (1973, s.51-53) käyttää 'pehmeää' ja 'kvalitatiivista' synonyymeinä, samoin 'kovaa' ja 'kvantitatiivista'. Tällainen kielenkäyttö sopii myös esim. arvoteoriaan, mutta teknologian arvioinnissa 'pehmeälle' ja 'kovalle' on annettava muunlainen määritelmä (ks. esim. Paloheimo 1983).
- [10] Nimitys 'eksakti' perustuu latinan verbiin 'exigere', joka tarkoittaa mittaamista tiettyä mittayksikköä käyttäen (Iso Tietosanakirja 2, 1961, s.v. eksaktit luonnontieteet.)
- [11] Joukkoilmiöitä tutkivissa humanitieteissä, yhteiskuntatieteissä, samoin kuin biotieteissä, on viime vuosikymmeninä käytetty runsaasti kvantitatiivisia menetelmiä. Mittausmenetelmät ovat kuitenkin yhteiskuntatieteissä vielä enemmän sopimuksenvaraisia kuin luonnontieteissä.
- [12] Yhteiskuntatieteissä murros alkaa ilmeisesti olla ohi. 1970-luvun alusta lähtien on ollut käynnissä kvalitatiivisten menetelmien rehabilitointi, ja pidetään selvänä, että jatkossa on käyttöä sekä kvalitatiivisilla että kvantitatiivisilla menetelmillä. (Eskola 1973, s.5; Kasvio 1982; Noro 1982; Roos 1982; Sarmela 1970, s.9).
- [13] Termiä käytetään varsinkin yhteiskuntatieteissä (Eskola 1973, s.176). Hydrologiassa puhutaan usein kokeista (esim. pohjavesihydrologiassa pumppauskokeet), mutta täsmällisesti ottaen on kysymys kokeilusta.
- [14] Muista syistä, esim. vesistöjärjestelyistä johtuvien tarkoituksellisten muutosten yhteydessä tehdyt mittaukset on luettava havainnoivan tutkimuksen piiriin.
- [15] Menetelmä on tilastollinen silloin, kun tutkimusaineistoa käsitellään joukkona eikä yksilöinä (Iso Tietosanakirja 8, 1964, s.v. tilastotiede.) (Yksittäistä oliota voidaan tietenkin myös kuvailla kvantitatiivisesti). Usein tilastomenetelmiksi kutsutaan vasta todennäköisyyslaskentaa soveltavaa empiirisen aineiston analyysiä.

(Lukuun 2)

- [16] Kausaalitiedolta edellytetään tässä, että se ilmaisee käsitystä todellisesta syy-seuraus -suhteesta ilmiöiden välillä. Pelkkää tilastollista yleistystä on pidettävä fenomenografisena väittämänä, vaikka dokumentissa puhuttaisiinkin sen kohdalla "selittävistä muuttujista". Oleellista on myös kausaaliväittämän asema itse tutkimustoimintaan nähden, ts. esitetäänkö se premissinä vai onko se tutkimustulos. Dokumentissa voi olla runsaastikin kausaaliväittämiä, jotka ovat merkityksettömiä itse tutkimuksen kannalta.
- [17] Tutkimusta, jossa ei etsitä kausaalisuhteita, nimitetään usein deskriptiiviseksi. (esim. Sarmela 1970, s.12.) Tämä termi on kuitenkin seuraavassa varattu tarkoittamaan ei-normatiivista kuvailua, joka voi käsitellä myös kausaalisuhteita. Samoin puhutaan joskus "fenomenologisesta" tutkimuksesta samassa merkityksessä kuin tässä fenomenografisesta - esim. "fenomenologinen termodynamiikka" tai "alkeishiukkasfenomenologia". Sanan 'fenomenologia' käyttöä on tässä merkityksessä kuitenkin syytä välttää, koska sillä nykyaikaisessa tieteenfilosofiassa tarkoitetaan tiedon hankkimista ihmisen intentionaalisia akteja tarkkaamalla. Fenomenologisen metodin soveltamista luonnontieteisiin on myös keskusteltu (Wilenius 1978, s.77-81).
- [18] Skolastikot puhuivat Aristotelesta seuraten neljänlaisista syistä, joista vaikutussy (causa efficiens) vastaa lähinnä nykyajan syykäsitettä. Materia ja forma aristotelisessä mielessä ovat edelleen tärkeitä ontologian käsitteitä, mutta niiden kohdalla ei ole nykyään tapana puhua "syystä". Finaalisuutta (causa finalis) koskeva väittämä eli teleologinen selitys nähdään usein suorastaan kausaaliselityksen vastakohtana (Niiniluoto 1980, s.44; alkup. von Wright 1970).
- [19] Kausaliteetin tilastolliseen luonteeseen, joka on kvanttimekaniikan keskeinen filosofinen seuraus, ei 1800-luvulla luonnollisestikaan voitu viitata, ja 1900-luvullakin on klassista mekaniikkaa soveltavilla aloilla ollut an̄i harvinaista, että esitys olisi palautettu kvanttimekaniikkaan asti. Kuitenkin tilastomenetelmiä soveltavilla aloilla, kuten juuri hydrologiassa, on kausaaliväittäjä saattanut olla muodoltaan tilastollinen ja koskea tilastollista ilmiötä.
- [20] Skolastikot pyrkivät, jos mahdollista, rekonstruoimaan kausaaliketjun aina ensimmäiseen syyhyn, so. Jumalaan asti. Moderni luonnontiede taas suosii lyhyitä, pelkistettyjä kausaaliketjuja (Snellman 1871, s.121.)
- [21] Nimenomaan vaikutussyyn merkityksessä (vrt. viite 18) (Bohm 1980, s.14.)
- [22] Tämä Jürgen Habermasin esittämä kolmijako on instrumentalistinen, tiede nähdään siinä aina välineenä tai keinona jonkin päämäärän saavuttamiseksi. Tekninen tiedonintressi, joka on Habermasin mukaan vallitsevana luonnontieteissä ja eräissä yhteiskuntatieteissä, pyrkii tutkimuskohteen, so. maailman, hyödyntämiseen. Hermeneuttinen intressi, joka esiintyy puhtaimpana historiatieteissä, pyrkii ymmärtämään todellisuutta. Kriittinen eli emansipatorinen tiedonintressi puolestaan tähtää ihmisen vapauttamiseen väärästä tietoisuudesta. Habermas liittää sen erityisesti ns. kriittisiin yhteiskuntatieteisiin.

(Lukuun 2)

Luonnontieteiden kytkeminen tekniseen tiedonintressiin ei tunnu luontevalta ainakaan aloilla, joilla perustutkimuksella ei näytä olevan minkäänlaisia sovellusmahdollisuuksia. Toisaalta Habermas on konstruoinut 'hermeneuttisen tiedonintressin' käsitteen siten, että sitä on vaikea sovittaa luonnontieteisiin. Niiniluoto (1980, s.69-72) esittää ratkaisuksi neljännen tyypin, teoreettisen tiedonintressin käyttöönottoa. Tämä ei kuitenkaan liene välttämätöntä, mikäli 'hermeneuttinen tiedonintressi' määritellään riittävän yleisesti, kytkemättä sitä ihmistieteisiin. Samoin on 'kriittinen tiedonintressi' voitava tarvittaessa liittää myös luonnontieteisiin.

On huomattava, ettei kysymyksessä ole ensisijaisesti tutkijan tai tiedeyhteisön tiedonintressi, vaan yhteiskuntakokonaaisuudessa vaikuttava "yleinen" intressi, mikä on tietenkin varsin abstrakti käsite.

[23] ks. viite 22

[24] Tutkimus on deskriptiivinen, jos se ei ole normatiivinen, ts. jos se ei anna menettelyohjeita. Ohjeiden ei tarvitse olla avoimia, eksplisiittisiä suosituksia, vaan ne saattavat sisältyä implisiittisesti kysymyksenasetteluun. Näin ajatellen kaikki teknisestä tiedonintressistä lähtevä tutkimus on normatiivista ja kysymys normatiivisuudesta voidaan palauttaa kysymykseen tiedonintresseistä. Parempi onkin tarkkailla, mihin tutkija ja hänen taustavoimansa tutkimuksellaan pyrkivät ja arvioida, missä määrin tutkimus on deskriptiivinen tai normatiivinen.

[25] Thomas Kuhnin paradigmateorian ydinsisältö on, että tieteen kehitys ei ole jatkuvaa, kumulatiivista tiedon kasvua (mikä on ollut luonnontieteissä vallinneen positivismin ja erityisesti sen päämuodon, loogisen empirismin käsitys), vaan että sitä on pidettävä lähinnä paloittain jatkuvana. "Jatkuvuuskohtidissaan" tiede on Kuhnin mukaan ns. normaalitiedettä, jonka harjoittamista ohjaa paradigma, alan tutkijoiden omaksuma yhteinen käsitys omasta tieteenalasta, sen maailmankuvasta ja tieteen harjoittamisesta yleensä. Paradigma määrää oikean kysymyksenasettelun, menetelmät, tuloksen tulkinnan ja esittämistavan ja usein myös niiden käytön, ja tutkijan on omaksuttava ja hyväksyttävä paradigma voidakseen menestyä tiedeyhteisössä. Kuhn vertaa paradigmaa uskonnolliseen dogmijärjestelmään (alkup. Kuhn 1963) ja puhuu normaalitieteestä rutiininomaisena "ongelmanratkomisena" (puzzle-solving. Kuhn 1970, s.35-42). Tällainen käsitys varsin kategorisesta tieteen ohjausinstituutiosta ei miellytä monia tieteenharjoittajia ja tieteenfilosofoja, jotka mielellään näkisivät tieteellisen työn vapaana, luovana toimintana. Paradigman käsitettä onkin kritisoitu ja se on haluttu hylätä, mutta sille on annettu myös uusia, alkuperäisestä poikkeavia ja usein väljempiä sisältöjä (Brante 1980, s.14-16). Lisäksi sille on koetettu kehittää vaihtoehtoja (viitteet 29 ja 30). Keskustelua on kuitenkin käyty pääasiassa Kuhnin käsitteistöä käyttäen (Brante 1980, s.14-15). Viime vuosien tutkimukset ovat käsitelleet mm. paradigman systeemiä (ibid., s.28).

(Lukuun 2)

- [26] Useimpien itsenäisesti syntyneiden tieteenalojen (ei siis muista tieteistä haarautumalla muodostuneiden alojen) varhaisessa historiassa voidaan erottaa vaihe, jossa tutkimustoiminta ei ollut minkään paradigman mukaista, vaan kysymyksenasettelut ja menetelmät vaihtelivat suuresti. Tätä vaihetta voidaan kutsua esiparadigmaattiseksi (preparadigmaattiseksi). Se päättyy ensimmäisen paradigman syntyyn, jolloin siirrytään tieteen "esihistoriasta" sen historiaan (Kuhn 1970(1962), s.12-13). Tämä tapahtuu usein siten, että muodostuu koulukuntia, joista yksi pääsee voitolle. Usean paradigmaehdokkaan kilpailutilannetta Brante (1980, s.30) nimitää moniparadigmaattiseksi. - Suomen kaltaisen periferia-alueen oppihistoriaa tarkasteltaessa on hyvä erottaa vielä ns. semiparadigmaattinen vaihe, jossa muualla omaksuttu paradigma hyväksytään, mutta tiedeinstituutio ei ole niin laaja ja kiinteä, että tieteellisellä toiminnalla olisi normaalityönnön tunnusmerkit.
- [27] Vallankumouksellinen tilanne syntyy, kun paradigman mukaan menettelemällä ei enää riittävässä määrin kyetä selittämään havaittuja tosiseikkoja, ja osa tutkijoista lähtee etsimään muita ratkaisuja asettaen paradigman, tai jotkut sen keskeiset osat, kyseenalaisiksi. Kriisi päättyy uuden paradigman syntyyn. - Kuhn ei suinkaan ole ensimmäinen, joka käyttää vallankumouksen käsitettä oppihistorian murrosten kuvailussa. Hänen edeltäjiään tässä suhteessa ovat olleet mm. Friedrich Engels (1974 (n.1875), s.238-241) ja Jose Ortega y Gasset (1956 (1942), s.40-43).
- [28] Vallankumouksellisena tutkimusta on pidettävä silloin, kun se tarkastelee aihettaan uudella, myöhemmin paradigmatyypiksi kehittyvällä tavalla, vanhan paradigman vielä ollessa vallassa. Näin ollen tutkimus voi olla vallankumouksellinen, vaikka se ei olisikaan syntynyt vallankumouksellisessa tilanteessa. Ortega y Gasset (1956 (1942), s.40-43) on todennut, että Kopernikuksen elämäntyön ja hänen ajatustensa läpimurron välillä oli viisi sukupolvea (sukupolvi tarkoittaa Ortega y Gassetin ajattelussa 15 vuotta). Uusi tieteellinen oivallus on "muutos maailmassa", mutta se ei ole sama asia kuin "maailman muutos". - Vallankumouksellisina on pidettävä myös tutkijoita, tutkimuksia ja julkaisuja, jotka aiheuttavat vallankumouksen leviämisen vanhan paradigman vallassa oleviin tieteellisiin yhteisöihin. Tämäkin on usein varsin hidas prosessi. - Vanhaan paradigmaan nojaavaa, vallankumouksellisessa tilanteessa syntynyttä tutkimusta ei tietenkään ole pidettävä vallankumouksellisena.
- [29] Lakatosin 'tutkimusohjelma' ei sisällä ajatusta 'ohjauksesta' sellaisena kuin Kuhnin 'paradigma'. Se on lähinnä saman teorian ja 'tutkimusten sarjan' eri vaiheiden muodostama kokonaisuus. 'Tutkimusohjelma' on siis diakroninen, historiallinen käsite, 'paradigma' taas synkroninen, sosiologinen. (Brante 1980, s.115)
- [30] Laudanin 'tutkimustraditio' voi sisältää myös keskenään "yhteismitattomia" teorioita samoin kuin erilaisia metafyyysisiä, ontologisia ja metodologisia traditioita ja on siten käsitteenä 'tutkimusohjelmaa' laajempi. (Ibid.)

(Lukuun 2)

- [31] Kuhn on käyttänyt teoriaansa erityisesti oppihistorian dra-
maattisten murrosvaiheiden (kuten kopernikaanisen vallanku-
mouksen, termodynamiikan synnyn yms.) tutkimiseen. Näitä
kriisiaikoja vasten tarkasteltuna normaalitiede näyttääkin
erittäin rutiininomaiselta toiminnalta, kuten Kuhn haluaa
asian nähdä. Rauhallisemmin kehittyneissä tieteenaloissa teo-
ria ei välttämättä menesty yhtä hyvin (ks. esim. Toulmin
1965).
- [32] Vallankumouksellisena on pidettävä esim. Benedetto Castellin
oivallusta, jonka mukaan joessa virtaava vesimäärä so. vir-
taama, on verrannollinen uoman määrän poikkipinta-alan ja
virtausnopeuden tuloon ($Q \sim Av$ tai $Q = \int v dA$) eikä pelkästään poik-
kipinta-alaan ($Q \sim A$), kuten vielä 1600-luvun alussa yleisesti
luultiin (Biswas 1960, s.170-173). Virtaaman laskentamenetel-
mien kehittäminen taas on pikemminkin normaalitiedettä, har-
voin vallankumouksellista.
- [33] Aineen rakennetta tutkivilla aloilla (atomifysiikka, molekyy-
lifysiikka, ydinfysiikka, hiukkasfysiikka) voidaan hyvänä
normaalitieteen alkamisen tuntomerkkinä pitää spektroskopian
syntyä. Hydrologiassa nykyisten kaltaisten laajojen havain-
toaineistojen käsittely ja analysointi on selvästi normaali-
tieteellistä työtä.
- [34] Erityisesti Suomen Talousseura.
- [35] Vesiviranomaisilla tarkoitetaan tässä lähinnä koskenperkaus-
johtokuntaa ja sen seuraajia (ks. jakso 5.9.). Muiden viran-
omaisten vaikutus oli vähäinen tai välillinen.
- [36] 1600- ja 1700-luvuilla yliopisto oli oikeastaan pappiskou-
luslaitos. Teologia oli arvostetuin ala, ja seuraavaksi
arvostetuimman alan edustajat päätyivät usein teologeiksi.
Niinpä 1700-luvulla, luonnontieteiden kukoistuskaudella, kol-
me **perättäistä** fysiikan professoria siirtyi teologian pro-
fessoriksi ja myöhemmin piispaksi. (jakso 5.1.). Paikallista-
solla taas kulttuurivaikutteet levisivät tehokkaimmin saar-
nastuolien ja pappiloiden kautta.
- [37] ks. erit. jakso 5.9.
- [38] Tilanne oli tosin sama myös Uppsalassa (Lindroth 1978)
- [39] Paras esimerkki tästä on kemian professori P.A.Gadd, joka
keskittyi lähinnä talousopin professorille kuuluviin asioi-
hin. (jakso 5.1.)
- [40] Mainittakoon tässä vain kaunopuheisuuden professorit Milto-
pocus, Achrelius ja Porthan. (ks. jaksot 4 ja 5.1.)
- [41] "Ulkopuoliset tahot" lienevät tutkijoita enemmän kiinnostu-
neita tieteellisen tiedon soveltamisesta käytäntöön.
- [42] Kysymys ihmistoiminnan luonnolle aiheuttamista häiriöistä ja
niiden seurauksista ihmiselle ei suinkaan ole vain 1900-luvun
ilmiö. 1700-luvulla pohdittiin monissa kirjoituksissa mm.
metsänraiskauksista, sen seurauksia ja ehkäisemistä (jaksot 5.6.
ja 5.9.). Jos luonnonsuojelullinen kysymyksenasettelu hallit-
see tutkimusta, voidaan puhua ympäristötutkimuksesta.

(Lukuun 2)

- [43] Heräävä kansallistunto ja valistusaate johtivat suomalaiset luonnontutkijat 1700-luvulta lähtien kiinnittämään huomiota erityisesti oman maansa luonnonsuhteisiin. 1800-luvulla kansallisuusaate nousi johtavaksi aatteeksi, ja yliopistolla nousivat kukoistukseen ns. kansalliset tieteet. Luonnontieteissäkin vahvistui suuntaus, jota Leikola (1978, s.74-76) nimittää "kansalliseksi luonnontieteeksi". Tärkein ala oli luonnollisesti maantiede, ja hydrologia oli sen merkittävä osa-alue. Kansallinen luonnontiede ilmeni mm. kartografiana, paikallis- ja vesistökuvausina (jakso 5.8.) sekä klimatologiassa.
- [44] Upseereita, maalaispappeja ja lakimiehiä ei tietenkään voida varsinaisesti pitää luonnontieteilijöinä, mutta useat heistä olivat kyllä lukueneet yliopistossa luonnontieteitä, ainakin siinä määrin, että innostus ja valmiudet havaintojen tekemiseen ovat osittain peräisin yliopisto-opinnoista. Jos siis halutaan sanoa jotain kirjoittajaa "paljasjalkatutkijaksi", on tämän tausta ensin selvitettävä.
- [45] Hydrologian historiassa voidaan seurata esim. havainto- ja mittauslaitteiden kehitystä ja käytön leviämistä, kehitystä lähitieteissä yms., mikä ei tullut ilmi 19 kysymyksestä.

Lukuun 3:

- [1] Traditiot olivat melko samantapaisia vielä 1600-luvun lopulla, mikä käy ilmi mm. tarkastellessa kopernikaanisen vallankumouksen läpimurtoa protestanttisissa ja katolisissa yliopistoissa (Hirn 1982, s.62-66).
- [2] Tuomas Akvinolainen (1225-1274) oli dominikaani, ja tomismi kukoisti erityisesti dominikaanien valta-alueilla. Eniten vastustusta se sai osakseen fransiskaanien keskuudessa. Fransiskaaneja olivat mm. varhainen empiristi Roger Bacon (1214-1292) ja oman, tomismin kanssa myöhäiskeskiajalla menestyksekkäästi kilpailleen koulukunnan muodostanut Vilhelm Occamalainen (n. 1290-1350).
- [3] Opin neljästä alkuaineesta ja niiden perusominaisuuksista lienee esittänyt kreikkalainen filosofi Empedokles (n. 490-430 eKr). Sen omaksuivat myöhemmin Platon (428-347 eKr) ja Aristoteles (385-322 eKr) ja heidän jälkeensä lukuisat muut.
- [4] Viidennestä alkuaineesta puhuivat sekä Platon että Aristoteles. Platon puhui "puhtaasta taivaasta" tai "eetteristä" (Faidon 110b-110c), Aristoteles mieluiten "taivaasta". Tulen aseman alkuaineena asetti kyseenalaiseksi Geronimo Cardano (1501-1576) (alkup. Cardano: De subtilitate. Williamsport, Pa., 1934, s.15), jota seurasi mm. S.A.Forsius (ks. luku 4).
- [5] Thales (624-548 eKr (?)), Kreikan suurista filosofeista ensimmäinen, piti vettä jopa ainoana alkuaineena, kaiken olevaisen substanssina. Myös kirkkoisä Isidorus Sevillalainen (570-636) piti vettä alkuaineista voimallisimpana ja fundamentaalisimpana. (Biswas 1960, s.41,122)
- [6] Vaikutusvaltaisain tämän käsityksen kannattaja oli Aristoteles. (ibid., 65)

(Lukuun 3)

- [7] Raamatussa puhutaan "vesistä, jotka olivat taivaankannen päällä" (1 Moos. 1:7). Aristoteleen mukaan taas taivas muodostuu omasta elementistään. Taivaankannen päällisistä vesistä kiisteltiin mm. 1600-luvun Turun Akatemiassa (luku 4). Synteesin rakentajat saattoivat nojata esim. Platoniin, jonka mielestä "vesi, sumu ja ilma ovat ... eetterin pohjasakkaa". (Faidon 109c).
- [8] Raamatun vedenpaisumuskertomuksessa puhutaan "syvyyden lähteistä", jotka puhkesivat vedenpaisumuksen yhteydessä. (1 Moos 7:11). Myös Platonin Tartarus-opin (ks. seur.) mukaan maan alla on suuria vesimääriä.
- [9] Aristoteles (Physica 255b 14-31) katsoo, että 'raskas' ja 'kevyt' on itse asiassa määriteltävä kappaleiden alaspäin ja ylöspäin suuntautuvan pyrkimyksen perusteella.
- [10] Tällä kohden oli yleisesti tapana siteerata Saarnaajan kirjaa: "Kaikki joet laskevat mereen, mutta meri ei siitensä täyty; samaan paikkaan, johon joet ovat laskeneet, ne aina edelleen laskevat." (Saarn. 1:7) Renqvist (1938, s.3-4) nimittää tätä toteamusta "Salomon tasapainolaiksi".
- [11] Sen sijaan se olisi ristiriidassa ptolemaiolaisen geosentrisen maailmankuvan kanssa.
- [12] "Salomon tasapainolain" edellä on ilmakehän kiertoliikettä koskeva toteamus:
 "Tuuli menee etelään ja kiertää pohjoiseen, kiertää yhä kiertämistään, ja samalle kierrollensa tuuli palajaa." (Saarn. 1:6).
 Ilmeisesti Saarnaaja on vedenkin kohdalla ajatellut sykliä. Selvemmin syklin idea tulee esille Aamoksen kirjassa:
 "Hän, joka ... kutsuu kokoon meren vedet ja vuodattaa ne maan päälle -
 Herra on hänen nimensä..." (Aamos 5:8).
- [13] Auktoriteetin asemassa olivat ennen kaikkea Aristoteles ja myös Platon, myöhemmin kirkkoisät.
- [14] Vettä sitoutuu ja vapautuu tietenkin jonkin verran esim. kemiallisissa reaktioissa, mutta nämä määrät ovat häviävän pieniä kokonaisuuteen verrattuna. Yksinkertaista mallia joudutaan tietenkin tarkistamaan, kun kiinnitetään huomiota yksityiskohtiin, mutta tämä ei merkitse paluuta niihin semipluvialistisiin teorioihin, joita seuraavassa selostetaan.
- [15] Lat. 'pluvialis' = sadetta koskeva, sade-. (Biswas (1960) käyttää käsitteitä 'the pluvial theory' (s.198) ja 'the pluvial concept' (s.60).) 'Pluvialismi' korostaa tarkoitteensa maailmankuvaluonnetta paremmin kuin 'pluviaaliteoria', joka tuo mieleen eksplisiittisen oppirakennelman.
- [16] Jos kysymys hydrologisen syklin rakenteesta ei ollut ajankohdainen, ei siihen myöskään otettu selvästi kantaa. Niinpä voidaan vain arvailla, oliko esim. profeetta Aamos (ks. viite 12) pluvialisti vai semipluvialisti. Kreikkalaisista Anaksimandros (610-545 eKr) oli mahdollisesti pluvialisti, samoin Platon, joka Kritias-dialogissaan (111d) antaa hydrologisesta syklistä täysin pluvialistisen kuvan. Faidon -dialogissa on

(Lukuun 3)

taas ei-pluvialistinen selitys (viite 26), jota eräät tutkijat pitävät merkityksettömänä Platonin todellisten mielipiteiden kannalta; hän selostaa siinä heidän mielestään vanhaa tarua (Biswas 1960, s.57-60). Kreikkalainen Theofrastus (371-288 eKr) lienee ollut pluvialisti; roomalainen arkkitehti Vitruvius, joka sai Theofrastukselta vaikutteita, oli joka tapauksessa pluvialisti (ibid., s.73-75, 83-86). Keskiajalla oli ainakin italialainen Leona Battista Alberti (1404-1472) pluvialisti (ibid., s.126-127). Erittäin selvästi formuloi pluvialismin ranskalaiset Bernard Palissy (n.1510-1590) (ibid., s.151-152) ja Jacques Besson (ibid., s.157-158). Varhaisista pluvialisteista on vielä mainittava englantilainen John Ray (1627-1705) (ibid., s.186-187), italialainen Molina (1536-1609) (ibid., s.198) ja ranskalainen Jean Francois (1582-1668) (ibid., s.228).

- [17] Auringon vaikutus oli luonnollisesti helppoa yhdistää juuri sen lämpöön. Sen sijaan ei ollut itsestään selvää, miten lämpö sai aikaan vesihiukkasten kohoamisen.
- [18] Aristoteles (Meteorologica 1.9.346b-347a) mainitsee ainoastaan auringon (ja muut lämmönlähteet) haihtumisen syynä, kun taas esim. Lucretius Carus (viite 33) ottaa huomioon myös tuulen.
- [19] ks. viite 15. - 'Semipluvialismi' on yleisnimitys, joka kattaa useita täysin toisistaan poikkeavia teorioita.
- [20] Esim. Seneca (4 eKr - 65 jKr) piti sadeveden osuutta mitättömänä (Biswas 1960, s.97-99; alkup. Seneca: Quaestiones naturales, III), ja 1600-luvulla elänyt hollantilainen Johann Herbinus ei katsonut sen voivan vaikuttaa edes jokien vesimäärään (Biswas 1960, s.184-185). Tällaista kantaa voidaan nimittää apluvialismiksi (vrt. viite 15). Toiset taas vaikenivat aiheesta tai myönsivät sateella olevan osuutensa, vaihtelevassa määrin.
- [21] Biswas (1960, s.198) käyttää Aristoteleen teoriasta nimeä 'the subterranean condensation theory'. Seuraavassa puhutaan "kaverniteoriasta" tai "maanalaisen kondensaation teoriasta".
- [22] Aristoteles: Physica IV. 6-9.
- [23] Aristoteles: Meteorologica I. 13 ja 11. 1-2.
- [24] Biswas (1960) ei kerro kenestäkään, joka olisi ollut puhtaasti Aristoteleen alkuperäisen teorian kannalla. Ks. viite 29.
- [25] Näin esim. Julius Scaliger S.A.Forsiuksen (Physica VI. 111. 161r-161v) mukaan.
- [26] Faidon 112a-112e.
- [27] Selvimmin Platonin teorian kannalla oli keskiajalla Isidorus Sevillalainen, joskin on mahdollista, että hän päätyi siihen itsenäisesti. (Biswas 1960, s.123). Myöhemmin Platonin Tartarus-oppia kannatti mm. John Woodward. (ibid., s.190)
- [28] ibid., s.59.

(Lukuun 3)

- [29] Biswas selostaa Cardanon (ibid., s.148-149), Georgius Agricolan (1494-1555) (ibid., s.155-156), Rene Descartes'n (1596-1650) (ibid., s.167-170), ja J.J.Becherin (1635-1682) (ibid., s.181) yhdistelmäteorioita.
- [30] ibid., alkup: Descartes: Les Meteores 1637.
- [31] Kreik. arteria = valtimo. Biswas käyttää termiä 'the sea-water conversation theory'.
- [32] Biswas 1960, s.140; alkup. Plinius: Historia Naturalis, II 24, 66.
- [33] Titus Lucretius Carus (k. 55 eKr) kertoo opetusrunossaan "De rerum natura" (Maailmankaikkeudesta. Suom. Paavo Numminen, 1965) hydrologisen syklin eri vaiheista. Meri ei paisu yli äyräidensä, koska siitä poistuu vettä: osa haihtuu ilmaan ja osa painuu maahan (VI 608-638). Haihtumisen aiheuttavat aurinko ja tuulet:
- " ... Nähdähän saa, miten nesteen kastamat vaatteet polttavat auringon sätehet voi kuivata tarkoin; Vaan levällään monet myös sekä laajat voi meret nähdä. Siksi jos miten pienenkin osan kosteudesta paikastaan sätehet ulapaltaan riistävät, runsaan saaliin kumminkin koko laajuudesta ne saavat.
- Suuren nostaa myös osan tuulet kosteudesta voivat, laajaa kun meren pintaa luutivat, tuulten koskapa nähdään tiet useaankin yhtenä yönä kuivaavan, loan pehmoisen kovetuttavan kuoreen." (VI 616-626).
- Sateen syntyä Lucretius selostaa pitkään (VI 451-523). Sadevesi on peräisin merestä, vesistöistä ja maasta, "kaiken kosteuden sukulaisuus aina on selvä" (VI 475). Pilvien muodostumista Lucretius kuvaa näin:
- " Pilviä karttuu, kun tämän taivaan korkeudessa lentävät kappalehet ovat käyneet äkkiä yhteen, karkeanlaiset, jotta ne, vaikka on liittymät niiden löyhiä, kumminkin puristeissaan säilyvät koossa. Saavat koostunnan nämä aikaan pilvien pienten; sitten tarrautuin nämä karttavat, koostavat katraan, kasvavat tullessaan kokohon, sekä kiitävät tuuliin, kunnes raivoamaan kohooa kova ankara myrsky." (VI 451-458).
- Lucretiuksen näkemys lähteiden alkuperästä on yksiselitteisesti arterialistinen:
- " Viimein, koskapa on maan harvaa kappaleaines, on meren yhteydessä ja saartaa kaikki sen rannat, täytyy, kun merehen vesikosteus juoksevi maasta, suolaisesta sen taas ulapastaan tihkua maahan, suodattuun erottuu näin vierahat ainehet, neste uudelleen palajaa jokien taas lähtemäkohtaan, josta se juoksemahan käy raikastuttavin virroin, minne se uurtanut on uran rientää läikkyvän laineen." (VI 631-638).

Epikurolaisena materialistina Lucretius ei ymmärrettävistä syistä ollut suosiossa keskiajalla. Hänen pääteoksensa "De rerum natura" oli kauan unohdettuna, kunnes Poggio Bracciolini (1380-1459) "löysi sen uudelleen" (Tonini 1974, s.114).

(Lukuun 3)

- Arterialismilla oli kuitenkin kannattajansa keskiajallakin. Yksi heistä oli bysanttilainen teologi Johannes Damaskolainen (k. n.750), joka esittää arterialistisen näkemyksensä suomeksikin ilmestyneessä teoksessaan "Ortodoksisen uskon tarkka esitys" (osa II, 1980, s.49).

- [34] Mikrokosmos-analogiaa kehittivät jo ainakin Platon ja Aristoteles, mutta antiikissa se oli suosiossa lähinnä stooalaisien ja gnostilaisten keskuudessa. Kielikuvana mikrokosmos esiintyy mm. Augustinuksella ja Tuomas Akvinolaisella, mutta käsitteenä se ei tullut tärkeäksi ennen kuin renessanssifilosofiassa. (The Encyclopedia of Philosophy 5, s.121-125)
- [35] Biswas 1960, s.139-142.
- [36] Ibid, s.166-167; alkup. Kepler: Harmonices mundi, 1619.
- [37] Biswas 1960, s.175-180; alkup. Kircher: Mundus subterraneus, 1664-1665. Kircherin (1602-1680) ajatuksia kehitti edelleen mm. Gaspard Schott (1608-1666). (Biswas 1960, s.180-181)
- [38] Biswas 1960, s.256-257; alkup. Derham, W: Physico-theology, London 1717.
- [39] Esim. Bernhardus Varenius (1622-1650) kannatti ensisijaisesti arterialismia, mutta katsoi myös sateen ja maanalaisen kondensaation antavan oman osuutensa lähdeveteen. (Biswas 1960, s.183-184).
- [40] Hydromekaniikan kehitysvaiheita selostetaan esim. Dugas'n kirjassa Histoire de la Mecanique (1950) (engl. A history of Mechanics, 1957).
- [41] Biswas (1960, s.198) sanoo hieman liioitellen, että "jokainen vähänkin merkittävä mies lausui käsityksen lähteiden synnystä".
- [42] Castelli (1577-1644) selostaa mittariaan opettajalleen Galileolle v.1639 lähettämässään kirjeessä (Biswas 1960, s.231-234). - Kyseessä ei suinkaan ole maailman ensimmäinen sademittari. Intialainen Kautilya mittasi sadetta jo noin 300 eKr (ibid., s.75-77). Sademittauksia tehtiin myös Palestiinassa noin 100 jKr tienoilla (ibid., s.99-100), Kiinassa 1200-luvulla ja Koreassa 1400-luvulta lähtien (ibid., s.127-132).
- [43] Nykyisin tämä periaate voidaan ilmaista ytimekkäästi jatkuvuusyhtälön $(\nabla \cdot \vec{S}) = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$ muodossa. Castelli taas esitti sen sanallisesti viiden aksiooman muodossa. (Ibid., s.172).
- [44] Castelli ei tiettävästi tehnyt jatkuvia sadehavaintoja, vaan käytti mittariaan eräiden yksittäisten sadetapahtumien yhteydessä (Biswas 1960, s.234). Sama koskee Christopher Wrenin (1632-1723) ja Robert Hooken (1635-1703) 1660-luvulta lähtien kehittämiä sademittareita, joista eräät olivat rekisteröiviä (ibid., s.234-242). Säännölliset sadehavainnot aloitti Englannissa ensimmäisenä Richard Townley (1629-1707) vuonna 1677 (ibid., s.242), Ranskassa ilmeisesti Pierre Perrault (ks. seur.). Useimpien mittareiden periaate on

(Lukuun 3)

sama kuin nykyisten pluviometrien, mutta konstruktiot saattoivat olla hyvinkin erilaisia (ibid., s.230-249). Virtaamamittaukset olivat harvinaisia ja tehtiin yleensä pintakohoa käyttäen. Ensimmäisen siivikon luonnoksen teki Hooke v.1683, mutta laitetta ei koskaan rakennettu. (ibid., s. 199-201)

- [45] Kirja on omistettu Christiaan Huygensille.
- [46] Kyseessä oli Aynay le Ducin yläpuolinen osa Seineä. Valuma-alueen pinta-ala oli noin 140 km².
- [47] Hydrologia oli useita vuosikymmeniä ollut kriisissä. Tilanne oli lähinnä moniparadigmainen, useat paradigmaehdokkaat kilpailivat keskenään. Empiiris-kvantitatiivinen lähestymistapa olisi ilmeisesti voinut kehittyä yhtä hyvin esim. arterialistisen tradition sisällä, jolloin arterialismi olisi ollut ensimmäinen paradigma. Luultavasti se olisi melko pian tullut syrjäytetyksi. Arterialismi ei kuitenkaan koskaan päässyt paradigman asemaan, vaikka se olikin semipluvialistisista teorioista suosituin.
- [48] Pierre Perrault (1608-1680) oli valtion virassa toimiessaan syyllistynyt kavallukseen ja tullut erotetuksi, joten hän ei ilmeisesti huonosta maineestaan johtuen katsonut voivansa julkaista kirjaansa omalla nimellään. Aluksi hän oli tarkoittanut sen vain yksityiseen käyttöön ystäviensä keskuudessa, mutta nämä painostivat häntä painattamaan sen (Biswas 1960, s.208-210).
- [49] Kyseessä oli ranskalainen tuuma, mikä on noin 27 mm.
- [50] Tarkemmin selostaa tutkimusta Biswas (1960, s.208-213).
- [51] Edme Mariotte (1620-1684) tunnetaan parhaiten Boylen-Mariotten lain toisena keksijänä. Hän oli aikansa etevimpiä luonnontutkijoita, joten oli luonnollista, että hänen tutkimuksensa tunnettiin 1700- ja 1800-luvuilla paremmin kuin Perrault'n anonyymi julkaisu. Luultavasti Mariotte sai vaikutteita Perrault'lta, mutta hänen oman tutkimuksensa arvo on joka tapauksessa kiistaton.
- [52] Mariotten käsitys pohjaveden synnystä on varsin moderni. Sadepesi imeytyy maahan ja vajoaa syvemmälle, kunnes se kohtaa vettä läpäisemättömän kerroksen. Mikäli maasto on kaltevaa, alkaa vesi valua tämän kerroksen pintaa pitkin ja tulee lopulta maan pinnalle paikassa, jota sanotaan lähteeksi. Mariotte osoitti myös, että lähteiden antama vesimäärä riippuu sademäärästä. - Teos oli luonnollisesti selvä kannanotto pluvialismin puolesta, mutta Mariotte ei liioin jättänyt kilpailevia teorioita rauhaan. Hän arvosteli erityisesti maanalaisen kondensaation teoriaa. (ibid., s.216)
- [53] Mariotte kiinnitti langalla toisiinsa kaksi kohoa, joista toinen oli täytetty kivillä ja siten saatu uppoavaksi. Upoksissa oleva koho pyrki aina jäämään jälkeen kelluvasta. Mariotte oletti, että vertikaalin keskinopeus olisi kaksi kolmasosaa pinnanopeudesta ja käytti tätä oletusta kaikissa laskuissaan. (ibid., s.219-221)

(Lukuun 3)

- [54] Arvio perustuu Biswasin (1960, s.218) esittämään karttaan, joka on lainattu J.C.I.Doogen artikkelista "Quantitative Hydrology in the 17th Century" (La Houille Blanche, 6/1959, s.799-807).
- [55] Mariotte oli omien havaintojensa perusteella saanut valuma-alueen sadannaksi 17 tuumaa vuodessa, mutta laskelmissaan hän käytti varovaisesti arvoa 15 tuumaa vuodessa. Perrault'n sadeasema oli samalla alueella, joten Mariotte teki laskelmansa myös käyttäen arvoa 18 tuumaa vuodessa, mikä on suunnilleen keskiarvo Perrault'n ja Mariotten tuloksista. Tällöin valuma oli alle kahdeksasosa sadannasta. - Eräällä toisella valuma-alueella Mariotte sai tulokset, joiden mukaan valuma oli noin yksi neljäsosa sadannasta. (Biswas 1960, s.216-219).
- [56] Ensimmäiset mittauksensa (1687) Halley (1656-1724) teki sisätiloissa, huone lämmitettiin aina haluttuun lämpötilaan. Näin saatua haihdunnan arvoa Halley piti aivan oikein liian pienenä, koska laboratorio-olosuhteissa ei ollut mahdollista simuloida tuulta. 1690-luvulla hän teki myös ulkohaihdutuskokeita. (ibid., s.225-228)
- [57] Esim. Välimerestä haihtui Halley'n laskelmien mukaan $5,28 \cdot 10^9$ tonnia vettä vuorokaudessa, kymmenen suurinta jokea taas toivat siihen vettä keskimäärin $1,83 \cdot 10^9$ tonnia vuorokaudessa (ibid., s.226). - Halley julkaisi tutkimuksensa Philosophical Transactions -sarjassa vuosina 1687, 1691, 1694 ja 1715.
- [58] Historiallisissa yleisesityksissä, kuten esim. Biswasin (1960) kirjassa, selostetaan tavallisesti tieteen edistysaskeleita eikä vanhoillisia artikkeleita. Siksi "tieteen vallankumousten" kvantitatiivinen tutkiminen edellyttää, että perehdytään alkuperäisaineistoon kokonaisuutena. Tässä tutkimuksessa ei näin ollen ole mahdollisuutta käsitellä pluvialistista vallankumousta yleiseurooppalaisena ilmiönä, vaan on tyydyttävä tarkastelemaan Suomen oloja.
- [59] Biswas (1960, s.229) kertoo Charles Perrault'sta (1628-1703), "Hanhien tarinoiden" kirjoittajasta, joka ei ollut lainkaan vakuuttunut Pierre-veljensä tulosten oikeellisuudesta. Vuonna 1690 hän hautasi saviastian maahan 8 jalan ja myöhemmin 16 jalan syvyyteen ja koetti imeä putkea pitkin astiaan kertyneen veden. Vettä ei kuitenkaan kertynyt, mikä näytti vahvistavan Senecan väitettä (ibid., s.97-99), jonka mukaan vesi ei voinut tunkeutua kovin syvälle maahan ja lähdeveden pluviaalinen alkuperä oli siis mahdoton. Huono-onninen kokeilija oli ilmeisesti haudannut astian läpäisemättömän kerroksen alle.
- [60] Ibid., s.256-257; alkup. W.Derham: Physico-Theology. London, 1713. - Derham oli myös sademittausten uranuurtaja. (Biswas 1960, s.237, 242)
- [61] Edellä todettiin (viite 52), että Mariotten käsitys pohjaveden synnystä oli jokseenkin nykyaikainen. Pierre Perrault taas katsoi, ettei sadeveden infiltraatio ole mahdollinen muuten kuin erikoistapauksissa. Normaalisti vesi kulkeutuu hänen mielestään pintavaluntana puroihin ja jokiin, jotka puolestaan ylläpitävät pohjavesivarastoja (ibid., s.212-213).

(Lukuun 3)

Halleyllä taas oli omalaatuinen haihduntateoria: Kun "vesiatomia" lämmitetään, sen tilavuus kasvaa ja tiheys vastavasti pienenee, jolloin se tulee ilmaa kevyemmäksi ja alkaa nousta ylöspäin. (ibid., s.223-224)

- [62] Erinomainen yleisesitys on Biswasin "History of Hydrology" (1960), joka seuraa alan kehitystä 1800-luvun loppuun asti. Hydromekaniikan osalta on käytettävissä Dugas'n "Histoire de la Mecanique" (1950), josta on sekä ranskan- että englanninkielinen kappale Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen kirjastossa.

Lukuun 4:

- [1] Suomalaisia opiskeli keskiajalla, 1300-luvulta lähtien etenkin Pariisissa, myöhemmin myös Prahassa, Leipzigissä, Rostockissa ja Greifswaldissa. Maisterin tutkintoon kuului myös luonnontieteitä, lähinnä Aristoteleen mukaan. (Pirinen 1979, s.23; Salomies 1944, s.300-305)
- [2] Suomessa oli dominikaani- ja fransiskaani- luostareita sekä Naantalissa birgittalaisluostari. Varsinkin viimeksi mainittu oli tunnettu opillisista harrastuksistaan. (Salomies 1944, s.276-290)
- [3] Saksan luterilaisten yliopistojen vaikutus oli selvästi suurin. Tärkeimpiä olivat Wittenbergin, Greifswaldin, Erfurtin, Jenan, Rostockin ja Helmstedtin yliopistot. Vuosisadan vaihteessa suomalaisia tosin hakeutui jonkin verran myös jesuiittayliopistoihin. Uppsalan yliopiston asema oli 1500-luvulla heikko, mutta se vahvistui 1600-luvun puolella. Jonkin verran suomalaisia opiskeli myös Hollannissa. (Salomies 1949, s. 174-177, 246-247; Pirinen 1979, s.57-58; Lehtinen 1979, s. 116-118)
- [4] Philipp Melanchthonilla (1497-1560) oli keskeinen asema yliopisto-opetuksen uudistuksessa luterilaisissa yliopistoissa. Hän vaikutti myös opetuksen sisältöön eri aloilla kirjoittamalla oppikirjoja (mm. Physica, 1549).
- [5] Lehtinen 1979, s.117.
- [6] Salomies 1949, s.248.
- [7] Meteorologian alalta on toki mainittava joukko säättä ja sen ennustusta koskevia huomautuksia Mikael Agricolan (1510-1557) teoksessa "Rucouskiria Bibliasta" (1544).
- [8] Sigfrid Aronus Forsius syntyi Helsingissä vuoden 1550 tienoilla; hän käytti itsestään joskus myös sukunimeä Helsingforsius. Hän opiskeli Suomessa ja Saksassa, toimi koulunopettajana ja myöhemmin pappina Eestissä sekä Kaarle-herttuan hovisaarnaajana Tukholmassa. Vuonna 1601-1602 hän osallistui Lappiin lähetettyyn maanmittausretkikuntaan, minkä jälkeen hän toimi pappina Kemiössä ja Tukholmassa. Vuosina 1608-1610 hän hoiti tähtitieteen professuuria Uppsalan yliopistossa, ja sai myöhemmin Tukholmassa kirkkoherrana toimiessaan "kuninkaallisen tähtitieteilijän" arvonimen.

(Lukuun 4)

Elämänsä viimeiset vuodet Forsius oli kirkkoherrana Tammissaarella. Hän kuoli v.1624.

Forsius oli monipuolinen renessanssioppinut, jonka kiinnostuksen kohteet olivat yhtä monimuotoiset kuin hänen uransa. Häntä pidetään ensimmäisenä merkittävänä suomenruotsalaisena kirjailijana; hän kirjoitti mm. joukon virsiä, joista osa on edelleenkin suomenruotsalaisessa virsikirjassa. Eniten mainetta hän saavutti astronomina. Tuohon aikaan astronomian tärkein sovellusala oli astrologia, johon Forsiuskin oli hyvin perehtynyt ja jota hän harjoitti siinä määrin, että joutui hankaluuksiin kirkon johdon kanssa ja menetti kerran virkansakin. Hän joutui vaikeuksiin myös maallisen regimentin kanssa, osittain poliittisen juonittelun vuoksi, osittain taas ennustustensa takia - hän oli ennustanut Kaarle-herttuan joutuvan eräällä matkallaan hengenvaaraan, ja kun näin kävi, katsottiin Forsiuksen itse taikakeinoiltaan aiheuttaneen sen. Hän joutui vankeuteen, jossa hän hankki niukan toimeentulonsa ennustamalla kädestä hovin naisille. (Salomies 1949, s.226-229; Suomi 1979, s.66-67; Lehtinen 1979, s.118-119)

- [9] "Physican" aiheena ovat luonnon yleiset perusteet (1. kirja), kappaleiden ominaisuudet, synty ja häviäminen (2. kirja), maailma kokonaisuutena ja alkuaineet (3. kirja), taivas ja taivaankappaleet (4. kirja), ilma ja siinä olevat esineet eli meteorit (5. kirja), vesi ja siinä elävät olennot (6. kirja), maa ja kasvit (7. kirja), maan päällä elävät liikkuvat ja tuntevat luontokappaleet (8. kirja) sekä ihmissielu (9. kirja). Mallina lienee ollut Johannes Magiruksen "Physiologia peripatetica", mutta teos ylittää tämän saksalaisen esikuvansa varsinkin runollisen tyylinsä puolesta (Suomi 1979, s.66). Lähdeluettelossa Forsius mainitsee 78 kirjoittajaa tai anonyymiä teosta. Näiden joukossa ovat Albertus Magnus, Aristoteles, Cardanus, Galenus, Kopernikus, Ptolemaios, Olaus Magnus, Melanchthon, Paracelsus, Platon, Plinius ja Scaliger, sen sijaan mm. Seneca ja Lucretius Carus puuttuvat.

Ei ollut aivan tavallista, että "Physican" kaltainen teos kirjoitettiin ruotsin kielellä. Todennäköisesti se oli tarkoitettu oppikirjaksi, mutta kouluissa sitä ei koskaan käytetty. Erityisesti papisto vastusti teosta (Johansson 1976, s.3), mihin voi olla useita syitä. Ensinnäkin, katedraalikoulujen ainoa opetuskieli oli latina, eikä rahvaankielistä teosta katsottu oppineiden keskuudessa suopein silmin (ibid). Toiseksi, Forsius oli huonossa maineessa ennustustoimintansa takia (ks. ed.), ja kolmanneksi, uuseristotelismi oli tulossa suosioon, eikä Aristoteleeseen sopinut suhtautua kovin kriittisesti. Forsiuksen teoksella oli kannattajiakin, mm. Kustaa II Aadolf ehdotti 1626 sen painattamista. Hanke ei kuitenkaan toteutunut. "Physica" painettiin vasta 1952 Uppsalan yliopiston julkaisusarjassa. - Viittaukset "Physicaan" on seuraavassa esitetty siten, että ensimmäinen roomalainen numero tarkoittaa kirjaa (Book) ja toinen lukua (Cap.). Latinalaiset numerot ja niitä seuraavat kirjaimet r ja v tarkoittavat käsikirjoituksen lehtien järjestyslukuja, jotka on merkitty näkyviin vuoden 1952 painokseen.

(Lukuun 4)

- [10] Tuli ei Forsiuksen mukaan ole alkuaine, vaan "prinsiippi", joka liittyy maahan, veteen ja ilmaan, mutta jonka oikea tila on varsinaisesti taivas. Tässä asiassa hän seuraa Paracelsusta. (Physica III. III. 86v-89v).
- [11] Physica III. II. 83v-85v. Vrt. 1 Moos 1:9-10.
- [12] Physica V. I. 121v.
- [13] Forsius vetoaa Aristoteleeseen ja Ptolemaiokseen ja sanoo, että "ylemmän maailman pitää hallitseman alempaa". Taivaan ja taivaankappaleiden vaikutuksista maanpäällisiin ilmiöihin hän puhuu monessa yhteydessä.
- [14] Näiden maa- ja vesimeteorien lisäksi Forsius puhuu pitkään tulimeteoreista (Physica V. III-V.)
- [15] Forsius katsoo, että sekä vesi että ilma ovat kylmiä elementtejä. Jälkimmäisen suhteen hän siis poikkeaa Aristoteleesta. (Physica V. I. 121v-122v).
- [16] Physica V. II. 125r-127r.
- [17] Aristoteleen tavoin Forsius pitää ilmaa (ilmakehää) kolmi-kerroksisena. Ylin kerros on lämmin ja kuiva, keskimmainen kylmä ja kostea, alimmainen taas muuttaa ominaisuuksiaan vuodenaikojen mukaan. (Aristoteles opettaa, että alin kerros on kostea.) (Physica V. I. 122v-124r.)
- [18] "Molnet är en wäth och groof dimbe, som af Solennes värme updragen blifuer: thet medelsta wädret, ther thet af kölden stirdnar och sammanlöper." (Physica V. VII. 141v-142r). Tiivistymistä ei tässä ole välttämättä ymmärrettävä nykyaikaisessa mielessä olomuodon muutoksena.
- [19] oikeastaan "ilmaan kohdistuva vastus".
- [20] Physica V. VII. 142r.
- [21] "Regnet förorsakas och födhes af molnet, när thet af Solennes heta, och heete stiernor uptögt och smält warder, så att thet begynner drypa, tå warder thet af wädret mädhan thet nedfaller, försprijdt i dropar." (Physica V. VII. 142v.)
- [22] Physica V. VII. 142v-143r.
- [23] "Snön håller Aristoteles för itt moln, som otätt och mört sammanfrusit är, och warder som en wthtesat vll, af wädret wthdrifuin, mädhan han nedhsnöghar. Iagh håller thet så före, att Snön icke annat är än itt rijm, som af tiucke och kalle vaporibus wthomkring molnet, samkat warder, och igenom blästen eller Molnes lop blifuer löössdrifuen." (Physica V. VII. 143r; alkup. Aristoteles: Meteorologica I. II. & de mundo, ca. 4).
- [24] Physica V. VII. 143v.
- [25] "Aristoteles gör tueggiahanda slags snö, then ene, som är blöth, lijka som ulltappar, then kallar han Chion. Thet andra slaghet är hårdare och warachtighare snö, medh smärre korn,

(Lukuun 4)

then kallar han Niphetos. Finnes än flere slaggh hooss oss, ganska otäthe och tunne, enpart strijmotte, så som man afmålar stiernor: enpart medh nogre runde cirklar, och medh strijmor, lijka som trällar i itt hiwl, them emellan, som them ganska subtiligt sammanbinda. Finnas the än i flere sälsamme figurer ..." (Physica V. VII. 143v-144r).

- [26] Physica V. VII. 144r-146r.
- [27] Forsius: Physica VI. II. 154r; alkup. Aristoteles: 1 Met. 13.
- [28] Forsius ei mainitse mitään Raamatun jaetta.
- [29] Physica VI. II. 154r-154v, VI. III. 161v. Forsius nojaa tässä Saarnaajan kirjaan ja Siirakin kirjaan.
- [30] Todisteena vesisuonien olemassaolosta Forsius esittää neljannen Esran kirjan kertomuksen, jossa enkeli kehottaa Esraa "laskemaan syvyyden suonet". (Physica VI. II. 158v.)
- [31] Physica VI. III. 161v. Forsius ei mainitse nimeltä näitä filosofeja.
- [32] Physica VI. I. 152v; VI. III. 161v.
- [33] Physica VI. II. 157r-160r. Vuorovesi-ilmiön aiheuttaja on Forsiuksen mukaan kuu, joka on "asetettu veden ja kosteuden hallitsijaksi".
- [34] Physica VI. III. 161v-162r. Forsius ei kerro, mihin tämä perustuu.
- [35] Physica VI. III. 162r. Vrt. viite 33.
- [36] alkup. Aristoteles: 1 Met. 14.
- [37] Forsius: Physica VI. III. 162r-162v.
- [38] alkup. Scaliger: Excerc. 50.
- [39] Physica VI. III. 162v.
- [40] Physica VI. III. 163r-163v.
- [41] Physica VI. III. 161r; alkup. Scaliger: Excerc. 45 & 46.
- [42] Physica VI. III. 161v.
- [43] Physica VI. III. 161r; alkup. Aristoteles: 1 Met. 13.
- [44] Physica VI. I. 152v; VI. III. 161v. Viite Cardanon teoksiin puuttuu.
- [45] Johansson 1913, s. 186-188. Johansson siteeraa myös vuoden 1621 almanakkaa, jossa Forsius huomauttaa: "... thet hos migh icke är en Ars Liberalis, som friie Ingenia tilhörer, uthan mera Servilis och en Trälekonst, til att förtjena daghligit Brödh med. Ty att göra Skoor eller skära klädher, hafver jag icke lärdt, graffwa orkar jagh icke och tiggia

(Lukuun 4)

blyges jagh. Doch för gott folcks bön och begäran, hafver jag än på tilkommande år thenne Calender och Prognostica afräknat." Tämä voi kuitenkin tarkoittaa yhtä hyvin ennusteid^{en} laatimisen työläy^ttä ja rutiininomaisuutta kuin kriittistä suhtautumista astrologiaan.

- [46] Ranskalaisen hugenotin Petrus Ramuksen (1515-1572) mukaan nimensä saanut ramismi väheksyi logiikkaa ja metafysiikkaa ja pyrki eroon katolisesta skolastiikasta. Koulupet^uksessa lisä^{tti}n ramismin vaikutuksesta mm. matematiikan osuutta. - Pohjoismaihin ramismi levisi varsinkin Rostockin yliopiston kautta. (Lehtinen 1979, s.117; Perälä 1928, s.16-17).
- [47] Uusaristotelismi pääsi valtafilosofian asemaan Wittenbergin yliopistossa 1600-luvun ensimmäisen vuosikymmenen puolivälissä ja alkoi voimakkaasti levitä luterilaisiin maihin. Ramismi syrjäytettiin paikoin kokonaan, mutta se teki myös vastarintaa. Ruotsissa mm. kuningas Kustaa II Aadolf (1594-1632), ja Uppsalan yliopiston kanslerina 1622-1645 toiminut Johann Skytte (1577-1645) kannattivat ramismia, joka säilytti nimenomaan Uppsalassa asemansa uusaristotelismin rinnalla 1640-luvulle asti. On myös todettu, että ramismin vaikutus säilyi kouluissa pitempään kuin yliopistoissa. (Lehtinen 1979, s.118; Perälä 1928, s.16-28).
- [48] Koulupintojen pääpaino oli uskonnon, laulun ja klassisten kielten opetuksessa. Luonnonoppi oli vaatimaton sivuaine, jonka asema riippui paljolti opettajien mielenkiinnosta. Sitä paitsi kouluopetus oli yleisesti puutteellista. Turun Akatemian syntyä on pidetty reaktiona Suomen pappien ja virkamiesten heikkoon sivistystasoon. Tilanne ja ratkaisumallit olivat samat muuallakin provinseissa, ja 1477 perustettu Uppsalan yliopisto sai lyhyessä ajassa rinnalleen Tarton (1632), Turun (1640) ja Lundin (1666) yliopistot. (Lehtinen 1979, s.111-118; Salomies 1949, s.246-249)
- [49] Petrus Laurbecchius (1628-1705) toimi lyhyehkön ajan matematiikan ylimääräisenä professorina ja siirtyi 1668 runousopin professoriksi. Magnus Steen (k. 1697) toimi ensin filosofian professorina ja siirtyi 1692 matematiikan professorin virkaan.
- [50] Edellisessä viitteessä mainittu Laurbecchius siirtyi myöhemmin teologiseen tiedekuntaan ja päätyi lopulta Viipurin piispaksi. Johannes Flachsenius (1636-1708) oli matematiikan professorina vuosina 1669-1688, minkä jälkeen hänestä tuli teologian ylimääräinen professori. Teologiseen tiedekuntaan siirtyivät myös fysiikan professorit Georg Alanus (1609-1664; fysiikan professorina 1640-1648), Abraham Thauvonius (1622-1679, fysiikan professorina 1649-1659) sekä Anders Petraeus (k. 1694, fysiikan professorina 1665-1682). Lars Tammelin (1669-1733), joka oli matematiikan professorina 1698-1717, pakeni isonvihan yhteydessä Ruotsiin ja otti siellä papinviran. Thauvonius ja Tammelin päätyivät lopulta piispoiksi.

Matematiikan ja fysiikan professuurien haltijoita oli vuosina 1640-1720 Turun Akatemiassa kaikkiaan kymmenen. Heistä kuusi päätyi teologian professoriksi tai piispaksi, kaksi kuoli nuorena (em. Steen sekä Anders Thuronius (1632-1660, fysiikan

(Lukuun 4)

professorina 1660-1665)), joten vain kaksi pysyi "eläke-ikään" asti filosofisessa tiedekunnassa (Simon Kexlerus ja Petrus Hahn).

[51] Kaunopuheisuuden professorit Martin Miltopoeus (1631-1679) ja Daniel Achrelius (1644-1692) laativat omat graduaalidissertaationsa luonnonopillisesta aiheesta ja ohjasivat luonnonopillisia dissertaatioita.

[52] Eskil Petraeus syntyi Vermlannissa 1593, opiskeli Uppsalassa, Wittenbergissä ja Jenassa, toimi Uppsalan yliopiston filosofian apulaisena 1624-1628 ja nimitettiin Turun lukion lehtoriksi 1630. Kun Turun Akatemia kymmenen vuotta myöhemmin perustettiin, tuli hänestä sen ensimmäinen teologian professori (ks. viite 53) ja rehtori. Vuonna 1652 hänet nimitettiin Turun piispaksi. Hän kuoli v.1657.

Eskil Petraeuksesta on julkaistu henkilöhistoriallinen, kirkkohistoriaan painottuva väitöskirja (Perälä 1928). Hänen elämäntyötään selostaa myös esim. Salomies (1949, s.334-349).

[53] 'Ensimmäinen teologian professori' oli teologisen tiedekunnan arvokkaimman professorin virkanimike. Seuraavina arvojärjestyksessä olivat toinen ja kolmas teologian professori jne.

[54] Perälä 1928, s.13-14; alkup. Leuchovius/Petraeus 1619.

[55] 'Höyryn' käsitteellä tarkoitetaan mitä ilmeisimmin koko hydrologisen syklin atmosfääristä osaa.

[56] Saarn. 1:7; Siirak 40:11.

[57] Aristotelesta siteerataan Perälän (1928, s.14) mukaan verrattain usein.

[58] Ibid., s.13-14.

[59] Perälä 1928, s.12, 23-27; Salomies 1949, s.336.

[60] Esim. tähtitieteessä useat oppineet asettuivat aristotelisen kosmologian vastaiselle kannalle ja kannattivat Tyko Brahen järjestelmää. (Hirn 1982, s.77; alkup. Lehti 1980, s.39.)

[61] Slotte 1898, s.5-6. Opetusohjelmaa oli mahdotonta toteuttaa niin laajana kuin säädökset olisivat edellyttäneet. Slotten mukaan opetus keskittyi aritmetiikkaan, geometriaan, astronomiaan ja "geografiaan sekä "tärkeimpiin sovellutuksiin".

[62] Ibid., s.6. Aristotelisen perinteen mukaisesti maailman ajateltiin jakautuvan kuunyliseen (superlunaariseen) ja kuunalaiseen (sublunaariseen) osaan. Kuunylinen maailma, tähtitaivas, ajateltiin täydelliseksi ja matemaattisia lakeja noudattavaksi, joten matematiikka ja tähtitiede liitettiin yhteen myös oppituolien jaossa. (Lehti 1979, s.193-203).

(Lukuun 4)

- Fysiikan professuuri kuului Uppsalan yliopistossa lääketieteelliseen tiedekuntaan, mutta Turussa se sijoitettiin alun alkaen filosofiseen tiedekuntaan. Samalla viran opetus-alasta jäi pois lääketieteellistä ainesta. (Slotte 1898, s.6)
- [63] Simon Kexlerus (1602-1669) oli matheseos-professoreista pitkäaikaisin (1640-1669). Hänet tunnetaan laajasta luonnon-tieteellisestä oppineisuudestaan, hän tunsikin mm. hyvin Koper-nikuksen teorian, vaikka ei sitä omaksunutkaan (Slotte 1898, s.10).
- [64] Mainittakoon tässä vain 158-sivuinen "*Cosmographiae compendiosa descriptio et geographiae introductio de globi terreni et mapparum geograph. meliori intellectu ac usu cum brevi orbis terreni adumbratione*" (1666). Useimmat Kexleruksen oppikirjoista käsittelevät matematiikkaa tai tähtitiedettä.
- [65] Kexlerus kannattaa mm. geosentristä kosmologiaa ja Aristoteleen alkuaineoppia (Slotte 1898, s.9-12). Fysiikan professori Abraham Thauvonius puolustaa niin ikään geosentristä kosmologiaa ja korostaa erityisesti, että maa ja vesi muodostavat yhden kappaleen. Hänen kausaatiota sekä kappaleiden lepotilaa koskevat opetuksensa seuraavat myös Aristotelesta. Niin ikään alkuaineoppi on Aristoteleen mukainen, mutta sen rinnalle Thauvonius on (Forsiuksen ja monen muun tavoin) ottanut Paracelsuksen opin kolmesta kemiallisesta periaatteesta. Sitä paitsi hän puhuu "taivaanyllisestä vedestä" (*aqua supercoelestis*) (vrt luvun 3 viite 7) (Slotte 1898, s.38-90; alkup. Thauvonius/Warelius 1652).
- [66] Martin Miltopoeus (1631-1679) toimi kaunopuheisuuden professorina vuodesta 1660 kuolemaansa saakka. Hänen väitöskirjojensa aihevalikoima on laaja ja siitä riittää osansa luonnonfilosofiallekin. Miltopoeus oli itsenäinen tutkija, joka uskalsi asettua auktoriteetteja vastaan ja joutui tästä syystä hankaluuksiinkin. (Lehtinen 1979, s.132)
- [67] Vrt. S.A.Forsiuksen jäätä koskeva huomautus.
- [68] Slotte 1898, s.44; alkup. Miltopoeus/Blanck 1667. - Lumen värittömyyttä koskeva päättely saattaa nykyihmisestä tuntua absurdilta, mutta on muistettava, että 'rikki' ja 'valkoinen' olivat Miltopoeuksen aikoihin teknisiä termejä, aivan kuten nykyään esim. 'musta kappale'.
- [69] Daniel Achrelius (1644-1692) oli edeltäjänsä Miltopoeuksen tavoin akatemian vapaamielisimpiä opettajia ja varsin monipuolinen oppinut. Hänen luonnontieteellinen pääteoksensa "*Contemplationum mundi libri tres*" (1682) on yleisesitys ajan luonnonopista. Se aiheutti riidan konsistorissa: Filosofinen tiedekunta ei hyväksynyt Achreliuksen esitystapaa, joka hylkäsi skolastiikan metodin loogisen formalismin, kun taas teologit asettuivat hieman yllättäen puolustamaan teosta, koska se kuitenkin oli sopusoinnussa Raamatun kanssa. (Lehtinen 1979, s.130). - Achrelius oli aikansa etevin suomalainen kaunopuhuja. Hänen tyyliinsä on puhdasta ja kaunista, joskin varsin monisanaista (Heikel 1984, s.79). Vaaka- ja kielenkäytölle se on raskasta luettavaa verrattuna kaurumpiin 1700-luvun dissertaatioihin.

(Lukuun 4)

- [70] maata, vettä, ilmaa ja tulta.
- [71] Slotte 1898, s.50-51; alkup. Achrelius: Contemplationum mundi (1682).
- [72] Thauvonius/Warelius 1652 (Slotte 1898, s.38); Thuronius/Pryss 1664 (Slotte 1898, s.43-44); Achrelius 1682 (Slotte 1898, s.50-51); Tälpo/Bachster 1686; Hahn/Polviander 1711.
- [73] N.A.Hagmanin "Disp. physica de fontium atque fluminum origine" (1681) puuttuu Helsingin yliopiston kirjaston kokoelmista. Todennäköisesti siitä ei ole säilynyt yhtään kappaletta.
- [74] Petrus Hahn (k. 1718) toimi fysiikan professorina vuosina 1683-1718. Hän oli 1600-luvun fysiikan professoreista eniten fysikaalisesti suuntautunut: hänen johdollaan julkaistuista 125 dissertaatiosta 40 käsitteli fysikaalisina pidettäviä aiheita ja 23 muuten luonnonoppia. (Slotte 1898, s.53-54). Vaikka Hahn onkin vielä luettava skolastiikan piiriin, on hänen tuotannossaan ja aihevalikoimassaan (ks. esim. Vallinkoski 1962-1966, s.193-209) havaittavissa moderneja piirteitä. (Lehtinen 1979, s.130).
- [75] Hahn/Melliin 1687. Kirjoittaja siteeraa Aristoteleen ja Scaligerin käsityksiä.
- [76] Blomqvist 1916, s.5; alkup. Hahn/Arelius 1689. - Mainittakoon vielä Widebeckin-Hahnin pilviä käsittelevä dissertaatio, joka Malmion (1933, s.122-123) mielestä on paras tuohon aikaan Turussa julkaistuista luonnonopillisista väitöksistä.
- [77] Slotte 1898, s.45, 50, 52.
- [78] Achrelius/Rungius 1686, s.7-8.
- [79] Ibid., s.8.
- [80] Ibid., s.13.
- [81] Ibid., s.13-14.
- [82] Ibid., s.17.
- [83] Tässä, kuten jatkossakin, saatetaan tutkimusta selostettaessa puhua muodollisesti joko respondentista tai praeseksesta sen tekijänä, ilman, että tiedetään, kumpi oli todellinen tekijä. (Vrt. luku 5 viite 105)
- [84] Saarn. 1:7.
- [85] Quaestiones naturales, III.
- [86] Hahn/Ringius 1688, s.34; alkup. Achrelius: Cont. mund. lib III pag. 106.
- [87] Hahn/Ringius 1688, s.23-48.
- [88] Ibid., s.43-48.

(Lukuun 4)

- [89] Suomen yhteydet Ruotsiin olivat 1600- ja 1700 -luvulla varsin kiinteät ja kulttuurivuorevaikutus runsasta. Tässä tutkimuksessa selostetaan useita Ruotsissa syntyneitä Turun Akatemian professoreita (Petraeus, Hahn, Hasselbom, Browallius ym.) ja toisaalta suomalaissyntyisiä, Ruotsissa ja ulkomailla vaikuttaneita tieteenharjoittajia (Forsius ja Nervander). Haqvin Spegel (1645-1714) ei kuulu kumpaankaan ryhmään, mutta koska hänen teoksiaan mitä luultavimmin luettiin Suomessakin ja koska hän on hydrologisissa käsityksissään tärkeä rajatapaus, niin lienee mielekästä tarkastella häntäkin tässä yhteydessä.
- [90] "Guds verk och hwila", jota on pidetty Spegelin pääteoksena ilmestyi anonyyminä v.1685. Se on 13 000 säettä käsittävä opetusruno, Raamatun luomiskertomuksen runomuotoinen kommentaari, jossa ajan tavan mukaan pyrittiin esittämään kokonaiskuva maailmasta. Forsiuksen 'Physican' ohella se on 1600-luvun arvokkain ruotsinkielinen luonnonfilosofinen dokumentti. Spegelin teoksen esikuvana pidetään tanskalaisen Anders Kristensen Arrebon (1587-1637) opetusrunoa "Hexaameron", joka puolestaan oli mukaelma ranskalaisen Guillaume de Salluste Du Bartas'n (1544-1590) vastaavanlaisesta opetusrunosta (1578). (Nordisk Familjebok 26, 1917, s.v. Spegel).
- [91] Spegel 1685, s.106. "En något robust förklaring av Guds verk med vattnet", kommentoi Renqvist (1938, s.4).
- [92] Spegel 1685, s.104.
- [93] Ibid.
- [94] Salomies 1962, s.88.
- [95] Cederberg 1942, s.80-83.

Lukuun 5:

- [1] Matemaattis-luonnontieteellisellä alalla vaihtuivat molemmat professorit. Matheseos-professori Lars Tammelin jäi Ruotsiin Fornebon kirkkoherraksi, physicses-professori Petrus Hahn oli kuollut 1718 Ruotsissa oleskellessaan.
- [2] Kauimmin oli avoinna ja vailla hoitajaa matematiikan professori, johon maaliskuussa 1724 nimitettiin Nils Hasselbom.
- [3] Nämä ilmiöt ovat yhteydessä keskenään. Valistusaatteiden ja suomalaisten luonnontieteiden nousun välinen yhteys on ilmeinen, kuten seuraavassa todetaan. Puhdasoppisuuden kollektiivinen hurskausihanne puolestaan oli yhteydessä skolastiikan synteettiseen luonnonfilosofiaan; pietistinen individualismi ja orastava empiris-analyyttinen luonnontutkimus taas ovat rinnakkaisilmiöitä, joiden välillä saattaa olla yhteyksiä.
- [4] Wolffilaisuus sai nimensä saksalaisesta filosofista Christian Wolffista (1679-1754). Oppi sai jalansijaa Ruotsissa Suuren pohjan sodan aikana ja kulkeutui sodan jälkeen 1720-luvulla

(Lukuun 5)

Suomeen. Se säilytti vaikutuksensa akatemiassa aina 1790-luvulle asti. (Lehtinen 1979, s.213-215; Salomies 1962, s.219-222)

- [5] 'Luonnollinen teologia' saattaa eri yhteyksissä ja eri aikoina tarkoittaa eri asioita. Tässä sillä ymmärretään supranaturalismille (ks. esim. Råbergh 1901, s.138-231) ominaista menetelmää, jossa luonnon totuuksien perusteella pyrittiin pääsemään selville vastaavista uskon totuuksista. (Lehtinen 1979, s.209-214).
- [6] Lehtinen 1979, s.213.
- [7] Ibid., s.215.
- [8] Suoranaisesti Kopernikuksen vastaisia dissertaatioita ei Turussa ilmestynyt vuoden 1712 jälkeen. (Hirn 1982, s.76). 1730-luvulla tähtitieteessä näyttää jo hallitsevan newtonilainen paradigma. (Ks. esim. Slotte 1898, s.66, 72.)
- [9] Ks. jakso 5.2.
- [10] Turun Akatemian 1700-luvun professorit korostivat usein puheissaan ja kirjoituksissaan empiiristä lähestymistapaa, mutta sitä sovellettiin harvoin. Yhteydet ulkomaille olivat nyt joka tapauksessa paremmat kuin 1600-luvulla (Slotte 1898, s.61), joten tiedot uusista tutkimustuloksista levisivät nopeammin ja tehokkaammin. Metodien käyttö taas vaati metodikoulutusta ja usein myös laitteita, joita pienen maan periferiayliopistolla ei ollut varaa hankkia.
- [11] Lehtinen 1979, s.216. Ristiriidat saattoivat puhjeta varsin herkästi. Esim. Wolffin nimen mainitseminen väitöskirjassa herätti pahennusta, vaikka hänen ajatuksensa olivat levinneet laajalti akatemiassa ja kysymyksenasettelu oli usein niiden mukaista. (Salomies 1962, s.221-222).
- [12] Humanististen alojen oppituolien määrä itse asiassa väheni, kun runousopin tilalle tuli talousoppi. Teologisessa tiedekunnassa oli ajoittain ylimääräisiä professoreita, ja lääketieteeseen saatiin 1778 ja 1789 toinen ja kolmas professori (Heikel 1940, s.809-813).
- [13] Nils Hasselbom (1690-1764) syntyi Klefvassa Länsi-Göötanmaalla, opiskeli Uppsalassa ja tuli Turun Akatemian matematiikan professoriksi 1724. Parhaimmillaan hän oli optiikan tutkijana (Toivanen 1980, s.17), mutta suomalaisen luonnontieteen kannalta lienee tärkeintä hänen vaikutuksensa empiirisen tiedenäkemyksen juurruttajana ja mm. infinitesimaalilaskennan maahantuojana. Myöhemmin hän keskittyi yhä lisääntyvässä määrin taloudellisiin ja juridisiin kysymyksiin ja oli useita vuosia virkavapaana, kunnes 1755 erosi virastaan ja ryhtyi kokonaan juristiksi.
- [14] Johan Thorwöste (k. 1750) toimi apulaisena Turun Akatemiassa jo ennen isoavihaa, vuodesta 1705, ja 1720 hänet nimitettiin fysiikan professoriksi. Tätä virkaa hän hoiti 16 vuotta, jona aikana hänen johdolla julkaistiin vain viisi dissertaatiota. Yksi näistä, "Dissertatio philosophica de

(Lukuun 5)

candela ardente" (1729) sisältää mekaanisen lämpöteorian ja on siksi historiallisesti hyvin mielenkiintoinen. (Mekaaninen lämpöteoria syrjäytti lämpöaineteorian vasta 1840-luvulla.)

- [15] Johan Browallius syntyi Västeråsissa 1707, opiskeli Uppsalassa ja nimitettiin Turun Akatemian professoriksi 1737. Vuonna 1746 hänestä tuli teologian professori ja tuomiorovasti ja 1749 Turun piispa. Hän kuoli 1755. - Kaarlo Österbladh (1929) on tehnyt Browalliuksesta väitöskirjan, joka selvittää hänen elämäntyönsä eri aloja varsin monipuolisesti.
- [16] Browalliuksen tavoin hänen seuraajansa Mennander ja Gadolin siirtyivät ensin teologiseen tiedekuntaan ja sitten piispanistuimelle.
- [17] Österbladh 1929, s.70; Salomies 1962, s.227.
- [18] Browallius 1755.
- [19] Browallius/Huss 1738.
- [20] Browallius/Törneröos 1742; Slotte 1898, s.164-166.
- [21] Browallius/Lemqvist 1742.
- [22] Österbladh 1929, s.113-122.
- [23] Carl Fredrik Mennander syntyi 1712 Tukholmassa, vietti lapsuutensa Laihialla ja Ilmajoella, opiskeli Turussa ja valmistui maisteriksi 1735. Filosofisen tiedekunnan apulaiseksi hän tuli 1738, fysiikan professoriksi 1746, neljänneksi teologian professoriksi 1752 ja kolmanneksi 1754, Turun piispaksi 1757 ja Uppsalan arkkipiispaksi 1775. Hän kuoli 1786. - Mennanderia koskevan tohtorinväitöskirjan on tehnyt Juho Forsman (1900).
- [24] Mennanderin johdolla laadittiin vuotta kohti 7,3 dissertaatiota, Pehr Kalmilla vastaava luku oli 5,55, Browalliuksella 5,44, kaunopuheisuuden professori Henrik Hasselilla 3,3, historian professori Algot Scarinilla 3,2 ja muilla vähemmän. (Österbladh 1929, s.76)
- [25] Mennander/Hällbergh 1747; Slotte 1898, s.170.
- [26] Mennander/Haegg 1751; Slotte 1898, s.179-180.
- [27] Mennander/Achander 1751; Slotte 1898, s.181.
- [28] Mennander/Lagus 1751; Slotte 1898, s.180-181.
- [29] Mennander/Welin 1747.
- [30] Lehtinen 1979, s.218-219; Forsman 1900.
- [31] Jakob Gadolin syntyi 1719 Strängnäsissä, jossa hänen vanhempansa olivat sotaa paossa. Hän opiskeli Turussa, valmistui maisteriksi 1742 ja hoiti vuodesta 1748 Nils Hasselbomin professorin virkaa. 1762 hänet nimitettiin teologian professoriksi ja 1788 piispaksi. Hän kuoli 1802.

(Lukuun 5)

- [32] Slotte 1898, s.185; Salomies 1962, s.263.
- [33] Slotte 1898, s.185.
- [34] Gadolin/Rennerus 1753.
- [35] Gadolin/Porthan 1759; Slotte 1898, s.200-201.
- [36] Gadolin/Bolin 1760; Slotte 1898, s.203.
- [37] Gadolin/Eckman 1760.
- [38] Gadolin/Hieltt 1760.
- [39] Gadolin/Borgström 1759.
- [40] Ks. jakso 5.4.
- [41] Anders Planman (1724-1803) syntyi Hattulassa, opiskeli Turussa ja Uppsalassa, jossa hän toimi tähtitieteen dosenttina. Tähtitieteelliset tutkimuksensa hän julkaisi pääasiassa Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar -sarjassa. Elämänsä viimeiset vuodet Planman sairasteli, jolloin nuori G.G.Hällström toimi hänen sijaisenaan, kunnes hän 1801 erosi virastaan.
- [42] Catalogus Praelectionum 1673-1827. Yhteenveto geofysiikan ja lähialojen luennoista liitteessä 1.
- [43] Planman/Lithovius 1766; Slotte 1898, s.224-226.
- [44] Planman/Wegelius 1766; Slotte 1898, s.223-224.
- [45] Planman/Brummerus 1772; Slotte 1898, s.233-234. Hydrologiaan liittyviä dissertaatioita oli siis kolme. Vertailun vuoksi todettakoon, että tähtitieteellisiä dissertaatioita oli toistakymmentä.
- [46] Pehr Kalm syntyi 1716 Ångermanlannissa, jossa hänen vanhempansa oleskelivat sotaa paossa. Hän kävi koulunsa Vaasassa ja ylioppilaaksi päästyään opiskeli Turun Akatemiassa, mutta ei koskaan valmistunut filosofian kandidaatiksi. Tästä huolimatta hänet nimitettiin 1746 luonnonhistorian ja talousopin dosentiksi sekä 1747 talousopin professoriksi. Hänet lähetettiin kuitenkin samana vuonna kasvitieteelliselle tutkimusmatkalle Pohjois-Amerikkaan, josta hän palasi 1751, ja vasta 1753 hän saattoi ryhtyä hoitamaan virkaansa. Talousopin professorina Kalm toimi kuolemaansa (1779) saakka. - Kalmia koskevan väitöskirjan on laatinut Kerkkonen (1935).
- [47] Kerkkonen 1935, s.151-152.
- [48] Ibid., s.47-50, 61-75.
- [49] Ibid., s.77-79. - Jakob Faggot (1699-1777) toimi Ruotsin maanmittauskonttorin insinöörinä vuodesta 1726 ja ylitirehtöörinä vuodesta 1747. Pikkuvihan jälkeen nimitetyn Suomen talouskomission puheenjohtajana hän kiinnitti erityistä huomiota tähän sodasta kärsineeseen valtakunnan osaan ja pani toimeen mm. laajoja kartoituksia sekä isonjaon.

(Lukuun 5)

- [50] Ibid., s.166-167, 177.
- [51] Kalm/Gudseus 1754.
- [52] Kalm/Ganander 1763.
- [53] Kalm/Forsinius 1754.
- [54] Kalm/Wegelius 1755.
- [55] Kalm/Stenius 1757.
- [56] Kalm/Backman 1756; Kalm/Wegelius 1763.
- [57] Kalm/Foeder 1778.
- [58] Väitöskirjojen kielen tuli olla latinaa, kreikkaa tai hebreaa. Vuodesta 1752 saatiin käyttää myös ruotsia, jos aihe koski Ruotsin historiaa ja topografiaa tai luonnonhistoriaa, fysiikkaa ja matematiikkaa. (Vallinkoski 1962-66, s.XI). Suurin osa dissertaatioista oli latinankielisiä (kreikaksi ilmestyi vuosina 1640-1827 vain kaksi dissertaatiota, hebreaksi ei ainuttakaan). Fysiikan professorien Gadolinin, Planmanin ja Hällströmin dissertaatiot olivat yleensä latinankielisiä, ruotsiksi kirjoittamista suosivat luonnontieteilijöistä vain Kalm ja Gadd.
- [59] Kalm/Tengstroem 1775.
- [60] Kalm/Westzynthius 1757.
- [61] Kerkkonen 1935, s.307.
- [62] Pehr Adrian Gadd syntyi Pirkkalassa 1727, opiskeli Turussa ja valmistui maisteriksi 1748. Graduaalidissertaattonaan hän kirjoitti Mennanderin johdolla "fyysis-taloudellisen kuvauksen" yllisen Satakunnan kihlakunnan pohjoisosasta. Luonnonhistorian ja talousopin dosentiksi hänet nimitettiin 1749, kemian ja talousopin ylimääräiseksi professoriksi 1758 ja kemian vakinaiseksi professoriksi 1761. Gadd toimi paljolti samoilla aloilla kuin Kalm, ja heidän suhdettaan voidaan pitää lähinnä kilpailuna. (Lehtinen 1979, s.225). Kalmin kuoltua 1779 Gadd yritti siirtyä talousopin professoriksi, siinä kuitenkin onnistumatta. Hän toimi kemian professorina kuolemaansa asti (1797), joskaan hän ei viimeisinä vuosinaan enää pitänyt luentoja.
- [63] Gadd/Kekonius 1786; Gadd/Schaeffer 1786.
- [64] Gadd/Idman 1772.
- [65] Gadd/Stähle 1772.
- [66] Gadd/Wijnqvist 1772.
- [67] Gadd/Heurlin 1763.
- [68] Johan Gadolin (1760-1852) toimi vuodesta 1785 kemian ylimääräisenä professorina ja myöhemmin Gaddin viransijaisena. Kemian vakinaisena professorina hän oli 1797-1822.

(Lukuun 5)

- [69] Johan Gadolinin tieteellistä työtä selostaa väitöskirjassaan Toivanen (1980).
- [70] Kalmin seuraajaksi nimitettiin aluksi Salomon Kreander (1755-1792) ja hänen jälkeensä Carl Niklas Hellenius (1745-1820), joka jo vuodesta 1780 oli toiminut luonnonhistorian ylimääräisenä professorina.
- [71] Saalas 1956, s.31.
- [72] Taloudellista tutkimusta pitivät 1780- ja 1790 -luvulla akatemiassa esillä Porthan, Gadd ja Kreander. Viimeksi mainittu ei sairautensa vuoksi pystynyt läheskään samaan työtahtiin kuin edeltäjänsä Kalm. Gadd lakkasi luennoimasta 1787, mutta ohjasi tämän jälkeenkin dissertaatioita. Suomen Talousseura perustettiin 1797.
- [73] Herman Diidrik Spöring (1701-1747) syntyi Tukholmassa, opiskeli mm. Uppsalassa, Leydenissä sekä Pariisissa ja tuli 1728 lääketieteen professoriksi Turkuun. Tätä virkaa hän hoiti kuolemaansa saakka.
- [74] Toivanen 1980, s.19.
- [75] Spöring 1729; Spöring/Ekelund 1741.
- [76] Johan Leche (1704-1764) syntyi Baråkrassa, opiskeli Lundissa, toimi lääkärinä Skarasborgissa ja dosenttina Lundissa, kunnes 1748 tuli nimitetyksi Turun Akatemian lääketieteen professoriksi. Tässä virassa hän toimi kuolemaansa asti.
- [77] Lehtinen 1979, s.222.
- [78] Lechen havainnoista enemmän jaksossa 5.5.
- [79] Henrik Gabriel Porthan syntyi Viitasaarella 1739. Hän valmistui maisteriksi Turussa 1760, nimitettiin kaunopuheisuuden dosentiksi 1762, yliopiston kirjaston amanuenssiksi 1763 ja kirjastonhoitajaksi 1772. Kaunopuheisuuden professoriksi hän tuli 1777, ja tätä virkaa hän hoiti kuolemaansa (1804) saakka. Porthanin elämänkerran ovat kirjoittaneet mm. Schybergson (1908, 1911), Palander (1904) ja Tarkiainen (1948).
- [80] Tarkiainen 1971, s.63-70.
- [81] Gadolin/Porthan 1759. Tarkemmin jaksossa 5.3.
- [82] Esim. Tankar om Finlands uppodling, Åbo Tidning 1797.
- [83] Heikel 1940, s.813.
- [84] Abraham Niklas Clewberg (1754-1821) syntyi ja opiskeli Turussa, oli dosenttina, apulaisena ja kirjastonhoitajana akatemiassa vuoteen 1783. Tällöin hän siirtyi Ruotsiin ja ansioitui runoilijana sekä hallintomiehenä. Hänet aateloitiin 1789 nimellä Edelcrantz.
- [85] Slotte 1898, s.240.

(Lukuun 5)

- [86] Jakob Stenius nuorempi (1732-1809), joka tunnetaan myös nimellä "Koski-Jaakko", valmistui maisteriksi 1757 ja nimitettiin Suomen koskenperkaustöitten johtajaksi Samuel Chydeniuksen (1727-1757) jälkeen. Mekaniikan ja hydrauliiikan dosentiksi häntä ehdotettiin jo 1757, mutta dosenttiluentoja hän ehti pitää vasta vuonna 1767, kun koskenperkaustyöt oli varojen puutteessa lopetettu. Pian tämän jälkeen hän seurasi isäänsä Jakob Stenius vanhempaa (1704-1766), "Korpi-Jaakkoa", Pielisjärven kirkkoherrana.
- [87] Toivanen 1976, s.2; alkup. Niini 1953.
- [88] Gustaf Gabriel Hällström syntyi Ilmajoella 1775, kävi koulua Vaasassa, opiskeli Turun Akatemiassa ja tuli maisteriksi sekä tohtoriksi 1795, dosentiksi 1796 ja fysiikan professoriksi 1801. Tuota virkaa hän hoiti kuolemaansa asti.
- Eräänlaisen kuvan Hällströmin työskentelystä antaa hänen ilmanpaineen vuorokautisvaihteluja koskeva tutkimuksensa. Havainnot on tehty tunnin välein klo 7-23 välisenä aikana. Sarjassa on kuitenkin aukkoja, jotka on täytynyt täyttää interpoloimalla. Hällström toteaa anteeksipyytäen: "Af sig sjelft är det klart, att en person ej kunnat alla timmar dagligen i $4\frac{2}{3}$ år utan afbrott stå vid sin Barometer". (Hällström 1826, s.35).
Hällströmistä ei ole kirjoitettu laajaa elämäkertateosta. Lyhyesti hänen elämäntyötänsä selostavat esim. Nervander (muistopuhe, 1845) ja Simojoki (1978, s.14-19).
- [89] Hällströmin julkaisuluettelo (esim. Carpelan & Tudeer: Helsingfors Universitet, Lärare och tjänstemän från år 1828, del I (A-K), Helsingfors 1828) osoittaa selvästi, mikä merkitys omalla julkaisusarjalla voi olla maan tietelle. Suuri osa vuoden 1838 jälkeen ilmestyneistä kirjoituksista olisi ilmeisesti jäänyt julkaisematta ilman Suomen Tiedeseuran Acta-sarjaa.
- [90] esim. Fontell 1960, s.409; Leikola 1978, s.69.
- [91] Tarkemmin jaksossa 5.3.
- [92] Tarkemmin jaksossa 5.5.
- [93] Catalogus Praelectionum 1673-1827; Index Praelectionum 1828-1852. - Samoista aiheista luennoi 1800-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä fysiikan dosentti Petrus Ekenvall (1776-1834).
- [94] Simojoki 1978, s.31.
- [95] Johan Jakob Nervander (1805-1848) oli monipuolinen lahjakkuus, joka fysiikan lisäksi ansioitui erityisesti runoilijana. Hänen tieteellisestä elämäntyöstään kertovat esim. Borenus (muistopuhe, 1848) ja Simojoki (1978, s.19-26).
- [96] Johan Eklöf (1819-1854) toimi mm. tähtitieteen vt. professorina 1844-1846 ja Turun reaalikoulun matematiikan ja kirjanpidon opettajana 1847-1850. Hän sovelsi tilastomenetelmiä aloilla, joilla Hällström oli niitä jo aikaisemmin käyttänyt: revontulten esiintymisen vuotuisten vaihtelujen sekä jäänlähetoajan sekulaarimuutoksen tarkasteluun. Jälkimmäisen tutkimuksen Eklöf julkaisi 1849 nimellä "Jäänläheto-

(Lukuun 5)

aiaat Kokemäen virrassa vuosina 1801-1849". Julkaisu aiheutti aikanaan melkoisen kieliriidan. (Ks. esim. Elfving 1838, s.50-54)

- [97] Adolf Moberg (1813-1895) toimi fysiikan professorina vuosina 1849-1875. Hän ansioitui mm. kemistinä, hallintomiehenä ja virsirunoilijana, kun taas fysiikka ei ollut hänen parhaita alojaan (ks. esim. Toivanen 1976). Viranhoidossaan hän keskittyi perusopetukseen, tutkimustyössään ensin kemiaan ja professoriksi tultuaan lähinnä klimatologiaan. - Moberg laati lapsuus- ja nuoruusvuosistaan omaelämäkerran, joka on myöhemmin julkaistu (Dahlberg 1927). Siinä on runsaasti oppihistoriallisesti mielenkiintoista aineistoa yliopiston ensimmäisistä Helsingin vuosista.
- [98] Henrik Gustaf Borenus (1802-1894) vetää urakehityksensä puolesta vertoja 1600- ja 1700 -luvun monipuolisimmille oppineille. Maisteriksi valmistuttuaan hän toimi tähtitieteellisen observatorion amanuenssina 1827-1828, sitten opettajana kadettikoulussa ja Viipurin lukiossa, apulaispastorina Kivennavalla ja vuodesta 1834 puhtaana matematiikan dosenttina Helsingin yliopistossa. 1835 hänet nimitettiin yliopiston saksan kielen lehtoriksi, 1846 matematiikan ja fysiikan apulaiseksi sekä 1848 magneettisen ja meteorologisen observatorion esimieheksi. Ajoittain hän hoiti tähtitieteen, fysiikan ja matematiikan professuureja. Hänen julkaisutoimintansa sen sijaan oli sangen vähäistä.
- [99] Simojoki (1978, s.32-47) kutsuu jaksoa 1848-1880 "stagnation ajaksi".
- [100] Ks. etenkin jaksot 5.5. ja 5.9.
- [101] Kyseinen kirjoitus on yksi Hasselbomin ensimmäisistä dissertaatioista ja siten yksi ensimmäisistä isonvihan jälkeen Suomessa ilmestyneistä luonnonopillisista kirjoituksista. Mainittakoon, että Uppsalassa vastaava dokumentti, Northmanin-Klingenstiernan "De origine fontium et fluviorum" ilmestyi vasta 1740 ja oli paljon varovaisempi - kirjoittaja ei halunnut kokonaan kumota arvostetun Descartes'n teoriaa.
- [102] Dokumentti, joka panee alulle uuden paradigman leviämisen uuteen yhteisöön, on tuon yhteisön kannalta vallankumouksellinen.
- [103] Abraham Johan Röring (1710-1759) toimi myöhemmin mm. sotilaspastorina ja vuodesta 1746 Lohjan kirkkoherrana. Luonnontieteen alalta hän ei dissertaationsa jälkeen enää julkaissut. (Lagus 1891, s.391) - Dissertaation kannessa hänen nimensä esiintyy muodossa Roering.
- [104] Hasselbom/Roering 1732, s.1-2.
- [105] Dissertaation tekijästä ei ole varmuutta. Yleensä pro gradu julkaistut olivat respondentin laatimia, mutta tästä on lukuisia poikkeuksia. Praeses on laatijana ainakin silloin, kun moniosaisen julkaisun eri osilla on eri respondentit. (Vallinkoski 1962-1966, s.XI-XII.) - Hasselbom itse katsoi,

(Lukuun 5)

että dissertaatiota oli pidettävä respondentin eikä prae-seksen meriittinä. (Österbladh 1929, s.76-77; alkup. Turun Akatemian konsistorin pöytäkirjat 29.12.1739 ja 15.2.1740) Tavallisesti respondentit tekivät kirjoitustyön itse, ja praesekset neuvoivat ja ohjasivat heitä vaihtelevassa määrin. (Österbladh 1929, s.76-77.)

- [106] Hasselbom/Roering 1732, s.2-4. Kirjoittaja ei esitä mitään kvantitatiivisia arvoja, puhumattakaan laskelmista, joiden nojalla hän on päätenyt tällaiseen tulokseen.
- [107] "Longe vero pulchrior magisque arguta videtur aliorum sententia, qvi fontium scaturigines & ortus ex Oceano, tanquam inexhausto receptaculo, per meatus subterraneos & abstrusas naturae semitas deducunt." (Ibid., s.4-5). Kirjoittaja vetoaa siis ainakin näennäisesti esteettisiin argumentteihin.
- [108] Ibid., s.5-8.
- [109] "Sed nostrum jam est officium videre, qvibus fundamentis nitantur sententiae § praecedenti allatae, quidque veri ipsis inesse deprehendatur, si ad rectae rationis & experimentorum bilancem rite expendantur." (Ibid., s.9).
- [110] Sananmukaisesti "veden" (aquae). (Ibid., s.10)
- [111] Ibid., s.9-12.
- [112] Ibid., s.12-13.
- [113] "... Argumenta quae petuntur a vi elastica & ventis in cavitatibus terrae ..." (Ibid., s.13)
- [114] "... fabulam sapit magis, quam Philosophiam". (Ibid., s.13).
- [115] Ibid., s.13-15.
- [116] Ibid., s.15-16. Tässä kohden ei ole kvantitatiivisia tietoja, ei myöskään kirjallisuusviitteitä.
- [117] Ibid., s.16.
- [118] "... per omnia naturae legibus nobis notis egregie conformis est". (Ibid., s.16)
- [119] Tämän mainitseminen johtuu mitä ilmeisimmin Halley'n tutkimuksista (Ks. esim. Biswas 1960, s.223-225.).
- [120] "... donec iterum secundum constantissimam naturae legem, evaporationis ope, per egregium hunc supraterraneum circum ad continentem reventantur." (Ibid., s.16-17).
- [121] Ibid., s.17-19.
- [122] Ibid., s.19-23. Kirjoittaja ei mainitse Perrault'n anonyymiä teosta.
- [123] Kirjoittaja mainitsee Clide la Hiren tutkimuksen (Commentariis Acad. Reg. Paris. de Anno 1703), jossa veden osoitettiin imeytyvän maahan vain 16 tuuman (eli noin 43 cm)

(Lukuun 5)

syvyydelle. (Hasselbom/Roering 1732, s.24).

- [124] Ibid., s.23-25.
- [125] Ibid., s.25-26.
- [126] Slotte (1898, s.66) pitää sitä yhtenä ansiokkaimmista Hasselbomin johdolla julkaistuista dissertaatioista. Slotte referoi tutkimusta kirjansa sivuilla 66-70.
- [127] Hasselbom/Roering 1732, s.9 ym.
- [128] Ibid., s.4, 17.
- [129] Ibid., s.4, 6, 11, 14, 15, 16, 18, 19-23, 24.
- [130] Mariotten mittaustuloksista mainitaan vuosisadanta (19 digitas Parisiensis). Samoin todetaan johtopäätös: sadanta ylittää kahdeksankertaisesti valunnan. Halley'n välituloksista mainitaan kahden tunnin astiahaihdunta (grana 233) ja vuorokausihaihdunta (partem decimam unius digiti cubici). (Hasselbom/Roering 1732, s.19-23). Vrt. myös viite 123.
- [131] Ibid., s.20.
- [132] Johan Gottschalk Wallerius (1711-1785) toimi lääketieteen apulaisena Lundin ja Uppsalan yliopistoissa sekä vuosina 1750-1767 Uppsalan yliopiston kemian, metallurgian ja farmasian professorina. Yksi hänen pääteoksistaan on 1748 ilmestynyt 114-sivuinen "Hydrologia, eller Watturiket", alan ensimmäinen pohjoismainen yleisesitys.
- [133] Ilmavesi on vettä, joka on peräisin ilmasta. Sen lajeja ovat kaste, sade, kaatosade, huurre, rakeet ja lumi. (Wallerius 1748, s.5-20)
- [134] Wallerius 1748, s.26.
- [135] Ibid., s.28.
- [136] Christfried Ganander (1741-1790) toimi myöhemmin pappina Pietarsaassa, Vaasassa ja Rantsilassa. Hänet tunnetaan erityisesti kansanrunojen kerääjänä ja suomen kielen tutkijana.
- [137] Kalm/Ganander 1763, s.16-17. - Kalmin kirjallisessa tuotannossa ei muualla puututa lähteiden syntyteorioihin, joten häntä lienee pidettävä semipluvialistina.
- [138] Ks. luku 3 ja sen viitteet 29 ja 37.
- [139] Wargentin 1763, s.6.
- [140] Carl Fredrik Nordenskiöld (1702-1779), alk. Nordenberg, syntyi Sipoossa, meni 14-vuotiaana vapaaehtoisena linnoitusväkeen ja yleni lopulta everstiksi ja Suomen linnoitus-prikaatin päälliköksi, josta virasta hän erosi 1753 ja ryhtyi harjoittamaan maataloutta ja sahateollisuutta. Hän oli innokas luonnontieteen ystävä ja Ruotsin tiedeakatemian jäsen.

(Lukuun 5)

- [141] Puhe, jonka Nordenskiöld piti luopuessaan tiedeakatemian puheenjohtajuudesta, käsitteli pääasiassa järvenlaskuja, mutta hän selostaa siinä myös yleisesti hydrologista sykliä ja valunnan syntyä.
- [142] Nordenskiöld 1758, s.21-22.
- [143] Ibid., s.22-24.
- [144] Ibid., s.24-25.
- [145] Gabriel Ståhle (s. 1748) toimi valmistumisensa jälkeen mm. Akaan pitäjänapulaisena. Hän kuoli jo 1776.
- [146] Gadd/Ståhle 1772, s.4.
- [147] Gustav Wijnqvistiä ei mainita Turun Akatemian matrikkelis-
sa (Lagus 1895).
- [148] Gadd/Wijnqvist 1772, s.4.
- [149] Ibid., s.6. Wijnqvist oli ilmeisesti pluvialismin kannalla, mutta varmaa tämä ei ole. Hän nimittäin kirjoittaa: "Periodiska källor, hvilka om sommaren torka ut, och endast af luftwatnet hafwa sit förråd, de äro nog allmänna i Landet." Tutkielmasta ei käy ilmi, mitä ovat lähteet, jotka saavat vetensä muualta kuin ilmavedestä. Jos Wijnqvist tarkoittaa lähteitä, jotka saavat vetensä osittain pintavedestä, esim. järvistä ja lammista, on häntä edelleen pidettävä pluvialistina. Jos järveen sataa vettä, niin se on saanut tämän vetensä ilmavedestä, mutta jos tuo sama vesi joutuu läh-
teeseen, niin lähdevesi on peräisin järvisedestä eikä ilmavedestä, Walleriuksen (1748, s.2) luokittelun mukaan.
- [150] Gadd/Idman 1772; Gadd/kekonius 1786. Ks. jakso 5.6.
- [151] Tästä kerrotaan tarkemmin hydrometeorologiaa käsitteleväs-
sä jaksossa.
- [152] Ks. viite 365.
- [153] Gadd/Kekonius 1786, s.12-13.
- [154] Johannes Frosterus (1720-1809) toimi Sotkamon kirkkoherra-
na vuodesta 1863. Hänen kirjansa "Hyödyllinen huwitus luo-
misen töistä" on ensimmäinen kansantajuinen suomenkielinen
luonnontieteen yleisesitys ja ainoa lajissaan puolen vuosi-
sadan ajan. Se ilmestyi 1791 ja saavutti suuren suosion,
uusintapainoksia siitä otettiin 1797, 1798, 1802, 1809,
1817, 1826, 1829 ja 1850. "Hyödyllisen huwituksen" lisäksi
Frosterus julkaisi mm. kertomuksen Sotkamon pitäjältä (Åbo
Tidningar 1791).
- [155] Frosterus 1791, s.22-23.
- [156] Ibid., s.28.
- [157] Frosterusta voidaan haluttaessa tulkita semipluvialisti-
sesti: Joet "täyttyvät" sadevedestä, mutta perusvetensä ne
saavat esim. merestä jne. Itse teksti ei kuitenkaan anna
aihetta tällaiseen tulkintaan.

(Lukuun 5)

- [158] Warelius 1845, s.43-44.
- [159] Gadolin/Rennerus 1753, §1.
- [160] Ibid., §2.
- [161] Slotte 1898, s.193. Slotte itse arvioi vesimolekyylin suuruusluokaksi 10^{-10} ... 10^{-11} m. (Vertailun vuoksi huomauttakkoon, että veden sidospituus, so. vety- ja happimolekyylien välinen etäisyys uudempien taulukkoarvojen mukaan $0,958 \cdot 10^{-10}$ m (Weast 1982, s.F-179)). - Tämä on ainoa Renneruksen- Gadolin dissertaation kohta, jota Slotte referoi.
- [162] Gadolin-Rennerus, §4-6, 8, 10-11, 14.
- [163] Ibid., §13.
- [164] Ibid., §15.
- [165] Ibid., §9.
- [166] Slotte 1898, s.72; alkup. Hasselbom/Tolsdorff 1735.
- [167] Slotte 1898, s.224-226; alkup. Planman/Lithovius 1766.
- [168] alkup. Browallius 1755, s.60-61.
- [169] alkup. Gadd/Heurlin 1763.
- [170] Tigerstedt 1899, s.39-41.
- [171] Ibid., s.97-119.
- [172] Slotte 1898, s.223-224; alkup. Planman/Wegelius 1766.
- [173] Hällström/Snellman 1801; Hällström/Palander 1801; Hällström/Melartin 1802; Hällström/Hulthin 1802; Hällström 1823, 1824, 1833. Mainittujen dissertaatioiden kirjoittaja saattoi olla joko Hällström tai respondentti. Hällströmin osuus on joka tapauksessa keskeinen.
- [174] Annalen der Physik 14, 17, 20; Annalen der Physik und Chemie 1, 9, 34. Tärkein v. 1823 tutkimus ilmestyi myös ranskaksi (Ann. de Chim. et de Phys. 28).
- [175] De Luc 1772, s.224, 314. (Saksaksi 1776, s.424, 513)
- [176] Hällström 1823, s.195.
- [177] Ibid., s.195-209.
- [178] Ibid., s.198.
- [179] Ibid., s.220. Mahdollisesti kysymyksessä oli sama vaaka, jota Hällström oli käyttänyt samaan tarkoitukseen pari vuosikymmentä aikaisemmin.
- [180] 25,6 desimaalituumaa = 760 mm.

(Lukuun 5)

- [181] Ibid., s.220-221. - Laitteisto tuhoutui Turun palossa 1827. (Hällström 1833, s.171)
- [182] Hällström 1823, s.198-200.
- [183] Hällström/Snellman 1801; Hällström/Hulthin 1802.
- [184] Hällström 1823, s.210-220.
- [185] Hällström 1833, s.170-172.
- [186] Hällström/Melartin 1802. Menetelmä käydään lyhyesti läpi myös varsinaista tiheysmaksimin määrittystä koskevassa dis-
sertaatiossa (Hällström/Hulthin 1802).
- [187] Hällström itse sanoi menetelmän olevan peräisin Besseliltä (Bessel: Fundamenta Astronomiae, 1818, s.116). (Hällström 1823, s.203). Yleensä pienimmän neliösumman menetelmä yh-
distetään Gaussin nimeen, ja hänellä lieneekin suurin an-
sio sen kehittämisessä. Legendre oli ehkä alan ensimmäinen
uranuurtaja, hän esitti samantapaisten menetelmän jo 1806.
(Liski 1977, s.12).
- [188] Hällström 1823, s.201-209; 1833, s.186.
- [189] l on lasisauvan pituus, t on lämpötila (yksikkönä $^{\circ}\text{C}$),
 l_0 on sauvan pituus lämpötilassa 0°C , C_1 ja C_2 ovat vakioi-
ta, jotka määritetään pienimmän neliösumman menetelmällä.
Tilavuuden lämpötilariippuvuus saadaan korottamalla pituut-
ta koskeva yhtälö kolmanteen potenssiin (Hällström 1823,
s.220).
- [190] Hällström käsitteli painoja ja nosteita maassan yksiköissä,
jolloin veden tiheys saadaan jakamalla neste tilavuudella.
- [191] ϱ on tiheys ja t lämpötila. Vakiot ϱ_0 , a , b ja c määrite-
tään pienimmän neliösumman menetelmällä.
- [192] $\varrho = \varrho_0 + at + bt^2 + ct^3$, joten
$$\frac{d\varrho}{dt} = a + 2bt + 3ct^2 = 0, \text{ kun } t = \frac{-2b \pm \sqrt{4b^2 - 12ac}}{6c}$$
$$= \frac{\sqrt{b^2 - 3ac} - b}{3c}.$$
- [193] Koejärjestelyt pysyivät olennaisesti samoina, kunnes
1800-luvun puolivälin jälkeen voitiin ottaa käyttöön ter-
moelementit. (Mach 1919, s.31). - Nykyinen taulukkoarvo
on $3,98^{\circ}\text{C}$ (Weast 1982, s.F-11), mikä sisältyy Hällströmin
virherajoihin.
- [194] Hällström 1823, s.209.
- [195] Hällström (1823, s.202-203) mainitsee Paucherin (Über die
Anwendung der Methode der Kleinsten Quadrat-Summe auf
physikalische Beobachtungen, Mitau 1819), joka sovelsi me-
netelmää De Lucin ja Charlesin mittaustuloksiin.
- [196] Sama koskee harmonisen analyysin käyttöä hänen klimatolo-
gisissa tutkimuksissaan. (Jakso 5.5.)

(Lukuun 5)

- [197] Hällström 1824, s.1-15.
- [198] Tämä on tyypillistä Hällströmin tuotannolle. Aiheen rajaus on hänen julkaisuissaan varsin ankara. - Tärkeä poikkeus on "Om nattfroster i Finland" (1807), jota selostetaan myöhemmissä jaksoissa.
- [199] Snellman 1871, s.120-121.
- [200] Hällström toteaa ainoastaan, että jotkut katsovat ilmiön johtuvan ilmanpaineesta, toiset taas veden viskositeetista, jotkut puolestaan veden ja putken välisestä adheesiosta. (Hällström/Gummerus 1801, s.1.) (Tätä voidaan pitää Hällströmin tutkimuksena. Respondentti mainitaan kansilehdellä väitöskirjan puolustajana, ei esim. kirjoittajana.)
- [201] Hollantilainen fyysikko Petrus van Musschenbroek (1692-1761) tunnetaan erityisesti sähköopin tutkijana (ns. Leidenin pullon keksijänä) ja graafisten tulostenkäsittelymenetelmien kehittäjänä. Kapillaari-ilmiötä koskevan tutkimuksensa hän oli julkaissut jo 1729 (Phys. experim. & geom. Dissert., s.285, koe XV). Muut kirjallisuusviitteet lähdeteoksessa.
- [202] Kun putken läpimitta oli 0,2 linjaa (n. 0,6 mm), nousi vesi siinä 12 linjan (3,6 cm) korkeudelle, mikäli putken seinämät olivat puhtaat. Puhaltamalla tyhjennetyssä putkessa nousukorkeus aleni lopulta noin 6 linjaan. (Hällström/Gummerus 1801, s.8-10)
- [203] Ibid., s.10-16.
- [204] Hällström/Wegelius 1802; Hällström/Ekwurzel 1802; Hällström 1808.
- [205] Gadolin/Porthan 1759, s.6-8; Slotte 1898, s.200-201.
- [206] Salomies (1962, s.242) kertoo Mennanderin käyttäneen Aristoteleesta tätä nimeä.
- [207] Browallius (1755, s.54) korostaa, että luonnontieteelliset ongelmat on ratkaistava luonnontieteen piirissä ja nimenomaan kokeellisesti. Hän varoittaa käyttämästä väärin Raamatun arvovaltaa, mutta ei liioin hyväksy teorioita, jotka ovat ristiriidassa Raamatun kanssa. Ne on kuitenkin voitava osoittaa vääriksi kokemukseen nojaten.
- [208] Slotte 1898, s.185-186.
- [209] Aihetta käsittelevät Browallius/Dahlman (1741), Browallius/Lemquist (1742) ja Gadolin/Borgström (1759).
- [210] Emanuel Swedenborg (1688-1772), joka ilmeisesti parhaiten tunnetaan mystikkona ja uskonnollisena johtajana, oli nuoruudessaan merkittävä luonnontutkija ja talousmies. 1719 hän julkaisi kirjoituksensa "Om watnens högd och förra werldens starcka ebb och flod", joissa hän erilaisiin havaintoihin, mm. fossiileihin, siirtolohkareisiin ja hiidenkirmiuihin viitaten väittää, että Ruotsi on aikaisemmin ollut veden peitossa. Myöhemmin hän täsmentää, että näin on

(Lukuun 5)

- ollut pitkään vedenpaisumuksen jälkeenkin. Hän katsoo ilmiön johtuvan maan pyörimisliikkeen aiheuttamasta veden siirtymisestä päiväntasaajaa kohti. (Österbladh 1929, s. 94-95).
- [211] Anders Celsius (1701-1744) toimi tähtitieteen professorina Uppsalassa vuodesta 1730.
- [212] Anders Celsius: Anmärkning om vatnets förminskande så i östersjön som vesterhafvet. - Kongl. sv. vetenskaps-academiens handlingar, vol. IV, s.33-. - Referaatti: Österbladh 1929, s.95-96.
- [213] Celsius oli itse matkustanut Helsinglannissa, Medelpadissa, Tornion seudulla ja Bohusin läänissä. Pohjanmaan havainnot ovat peräisin "maisteri Stenbäckiltä" (kyseessä lienee Lars Stenbäck (1710-1742), joka toimi Turun koulun konrehtorina ja akatemian dosenttina). Kolmantena havaintojen tekijänä mainitaan Kalm. (§2). Celsius mainitsee Tornion sataman, johon 1620 pääsi vielä isoillakin aluksilla, mutta joka sittemmin on mataloitunut (§3). Pohjanmaalta mainitaan näkyviin nousseita riuttoja Mustasaaren, Vöyrin, Maalahden ja Närpiön ulkosaaristoissa (§5), Vaasan lähistöltä rämeestä löydetty ankkurit (§15), Laihialta suosta löydetty meriruohto (§18), eräs Björkössä sijaitseva niitty, jonka paikalla oli 40 vuotta aikaisemmin vedetty nuottaa (§9), sekä vesijättömaita koskevat riitajutut (§14). (Österbladhin (1929, s.95-96) mukaan).
- [214] § 3-5, 8-9. (Ibid.)
- [215] § 7. (Ibid.)
- [216] § 29 (Ibid.). - Kyseessä ovat ruotsalaiset desimaalituumat. Nyky-yksikköinä Celsiuksen tulos on $1,34$ m sadassa vuodessa.
- [217] Österbladh 1929, s.96-97.
- [218] Wallerius pitää vähenemistä peräti veden perusominaisuutena. "Hydrologia" (1748) alkaa näin: "Vatten är en sammanblandad kropp, som ständigt förminskas."
- [219] Tärkein heistä oli Olof Dalin (Svea rikes historia, Stockholm 1747). (Österbladh 1929, s.97-98.)
- [220] Österbladh 1929, s.98-101.
- [221] Ibid.; alkup. Pappissäädyn pöytäkirja 4.12.1747, §7, s.1232-1240.
- [222] Browallius/Dahlman 1741; Browallius/Estlander 1744. (Österbladh 1929, s.102).
- [223] Browallius 1755, §2, s.3-4.
- [224] Suhteellinen vedenväheneminen tarkoittaa tässä veden vähenemistä tietyssä paikassa.
- [225] Ibid., §25, s.55-56.

(Lukuun 5)

- [226] Browallius mainitsee useita Raamatun tapahtumapaikkoja, jotka aikanaan olisivat olleet veden alla, jos vedenvähennemisoppi pitäisi paikkansa. Näin ollen tämän opin kannattajat asettuvat Raamatun auktoriteettia vastaan. (Ibid., §18-19, 23-24, 56.)
- [227] 24,2 ruotsalaista jalkaa = 7,19 m.
- [228] Ibid., §39, s.85-89.
- [229] Ibid., §§ 99-100. Esimerkit ovat lounaisrannikolta, mm. Gaddin mainitsema perniöläinen mänty.
- [230] Ibid., § 51, s.111.
- [231] Ibid., § 41-46, s.90-103.
- [232] Ibid., § 42, s.93-96.
- [233] Ibid., § 89-93, s.203-212.
- [234] Ibid., § 90, s.205-206. Teorian kannattajana Browallius mainitsee ranskalaisen Maillet'n. Päinvastaista prosessia oli ehdottanut Newton.
- [235] Ibid., § 91, s.206-208.
- [236] Ibid., § 92-93, s.208-212.
- [237] Österbladh 1929, s.107. - Merkittävä vedenvähennemiskeskustelua selvittävä lähde on Bengt Fernerin puhe "Tvisten om vattuminsknigen", jonka hän piti Ruotsin tiedeakatemiassa 1765. (Kongl. sv. vetenskaps-academiens presidietal.)
- [238] Österbladh 1929, s.107-110.
- [239] Ibid., s.107.
- [240] Planman ja Hällström olivat pappeja ja Hällström oli jopa ehdolla arkkipiispan vaalissa, mutta kumpikaan ei siirtynyt teologiseen tiedekuntaan eikä julkaissut merkittävää määrin teologian alalta. Planman oli tähtitieteilijänä lähinnä normaalitieteen harjoittaja, samoin Hällström geofyysikkona.
- [241] Ephraim Otto Runeberg syntyi Drottningholmissa 1722, opiskeli Uppsalassa ja toimi sitten linnoitusväen palveluksessa, kunnes tuli 1750 Suomen maanmittauskomission johtoon. Hän kirjoitti ahkerasti talouden ja filosofian alalta. Kirjoituksista mainittakoon "Beskrifning öfver Lajhela socken" (Kongl. sv. vetenskaps-academiens handl. 1758) sekä seuraavassa selostettava maankohoamistutkimus. Runeberg kuoli Vaasassa 1770.
- [242] Runeberg 1765, s.84-96.
- [243] Runeberg ilmoittaa maatuman kasvunopeudeksi $1\frac{1}{2}$ tynnyrinalaa vuodessa. (Ibid., s.98.)
- [244] Ibid., s.98-115.

(Lukuun 5)

- [245] Eskola (1906) pitää von Buchia maankohoamisteorian keksijänä.
- [246] Esimerkiksi eversti N.Bruncrona (1823) käyttää ilmiöstä nimeä "Vattenminskning", selittämättä kuitenkaan tarkemmin, mistä on kysymys. Hän on havaintoihin perustuen laskenut "vedenpinnan alenemisnopeuksia" eri puolilla Ruotsin rannikkoa. C.P.Hällström (ks. jakso 3.8.), joka kommentoi Bruncronan kirjoitusta, pitää sopivana käsitteenä "merenpinnan alenemista" (hafsytans sänkning), mutta ei anna selvästi ymmärtää, että kyseessä olisi maankohoaminen.
- [247] noin 57 cm/100 v. eli 5,7 mm/v. (Hällström 1841, s.521). Virkkalan mukaan (1968) maankohoamisen nopeus on Turun seudulla noin 5 mm/v.
- [248] Hangon seudulla maankohoamisnopeus oli käytetystä jaksosta riippuen 1,87 ... 2,19 jalkaa sadassa vuodessa eli noin 6 mm vuodessa. (Virkkalan (1968) mukaan se on noin 4 mm vuodessa). Suomenlinnassa vastaava tulos on Hällströmin mukaan 2,00 jalkaa 100 vuodessa (havaintojakson pituus 40 vuotta), Virkkalan mukaan taas vain 3 mm vuodessa eli vain puolet Hällströmin ilmoittamasta.
- [249] Ks. jakso 5.6.
- [250] Sauramo (1935, s.367) sanoo Holmströmin (1886) ja Siegerin (1893) lopullisesti osoittaneen, että kysymys on maankohoamisesta. Tärkeimpinä perusteina olivat keskivedenkorkeuden muutostrendin erot Pohjanlahden ympärillä, jotka olivat kyllä havaittavissa jo 1700-luvun puolivälissä. Pitkään kestäneen paradigmatisoitumisprosessin lähempään tarkasteluun ei tässä ole mahdollista ryhtyä.
- [251] Mennander/Birling 1748; Gadolin/Bolin 1760; ym.
- [252] Sana "teleologis-fysikaalinen" esiintyy esim. Bolinin-Gadolinin dissertaation (1760) nimessä. On huomattava, että näiden tutkimusten tiedonintressi ei yleensä ole tekninen. Tarkoituksena on pääasiassa opettaa ihmisiä suhtautumaan oikein luonnonilmiöihin ja ymmärtämään niiden mielekkyys. Tiedonintressit ovat siis hermeneuttisia tai jopa emansipatorisia.
- [253] Frosteruksen teleologinen lähestymistapa käy ilmi jo jakson 5.2. katkelmasta.
- [254] Kolmantena käsityksenä kirjoittaja mainitsee vanhan uskomuksen, jonka mukaan kaste putoaa tähdistä. (Slotte 1898, s.170)
- [255] Ibid., s.170-171; alkup. Mennander/Hällbergh 1741.
- [256] Slotte 1898, s.171-172.
- [257] Nordenskiöld 1759, s.24.
- [258] Kirjoittaja ilmoittaa tämän havainnon tekijäksi Walleriuksen (K.Sv.Vet.Ak.Handlingar 1740, s.290).

(Lukuun 5)

- [259] Slotte 1898, 233-234; alkup. Planman/Brunnerus 1772.
- [260] Laine 1947, s.13
- [261] Gadd 1758, företal.
- [262] Tankar om Skadeliga fråstnätter, och fråstnästens upodling, Stockholm 1758. Teos on Helsingissä helpoimmin nähtävissä mikrofilminä yliopiston kirjastossa.
- [263] Kalm/Wegelius: Tankar om nödwändigheten at utdika och upodla kärr och mossar i Finland, Åbo 1763. Tutkielma on paljolti riippuvainen Gaddin yo. teoksesta (1758).
- [264] Muunlaiset hallat ovat tämän tutkimuksen aihepiirin ulkopuolella, joten niitä ei tässä käsitellä.
- [265] Gadd 1758, s.18-26, 65-79; Kalm/Wegelius 1763.
- [266] Gadd 1758, s.49-57, 68.
- [267] Wilkuna 1934, s.268-276.
- [268] Esimerkiksi 20°C lämpöisellä vedellä kostutettu lämpömittari jäähtyy samanlämpöisessä ilmassa veden haihtuessa sen pinnalta ja näyttää useita asteita vähemmän kuin kuiva mittari. (Hällström 1851, s.15).
- [269] Hällström oli useimpien aikalaistensa tavoin lämpöaineteorian kannattaja.
- [270] Käsitettä ei ole ymmärrettävä nykyaikaisessa mielessä. - Hällström ilmoittaa seuraavansa "tavallista lämpökapasiteetin teoriaa", siinä muodossa kuin sen on esittänyt Crawford (Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies & c., 2.edit., London 1788, s.53 & c, 269). (Hällström 1807, s.91; tätä ei mainita vuoden 1851 painoksessa, joka on hieman alkuperäistä lyhennetty. Vuoden 1851 painos on useissa kirjastoissa, vuoden 1807 painos on ainakin mikrofilminä Helsingin yliopiston kirjastossa.)
- [271] Kyseessä on Crawfordin ilmoittama arvo, jota Hällström tarkastelee kriittisesti v. 1807 painoksessa (s.94-96). Hän katsoo, mm. Johan Gadolinin tutkimusten perusteella, että "lämpökapasiteetti" riippuu jossain määrin lämpötilasta, mutta vain niin vähän, että Crawfordin teoriaa voidaan approksimatiivisesti käyttää (ibid., s.91). - Nämä premisit johtavat kuitenkin aivan virheellisiin tuloksiin. (Simojoki 1978, s.16).
- [272] Jos absoluuttinen lämpömäärä lämpötilassa 0°C on 1, niin lämpötilassa n se on $1 + 0,0058618 n$. Hällström katsoo tämän relaation olevan voimassa kaikille kappaleille, olomuodosta riippumatta, kunhan vain olomuoto ei välillä muutu. (Hällström 1851, s.13-14).
- [273] Hällström 1851, s.14-15.
- [274] K.Sv.Vet.Ak.Handlingar 1746, s.17, § 15. Wallerius oli mittannut astiahaihduntaa parin kesäkuukauden ajan.

(Lukuun 5)

- [275] Koska oli talvi, Hällström teki kokeensa sisätiloissa, normaalissa huoneen lämmössä. Hän käytti pieniä peltirasioita, joiden pohjan pinta-ala oli 3,6 neliödesimaalituumaa ($n.30 \text{ cm}^2$). Yhteen näistä hän pani puhdasta vettä, toiseen märkää turvetta, kolmanteen savensekaista vettä ja neljanteen hiekansekaista vettä. Kukin rasia punnittiin säännöllisin väliajoin, jolloin painon vähenemisestä voitiin laskea haihtuneen vesikerroksen paksuus. Eniten haihtui savensekaisen veden pinnasta, noin 1,13 kertaa puhtaan veden haihdunta. Turvepinta haihdutti 1,10 kertaa ja hiekansekainen vesi 1,09 kertaa puhtaan veden haihduttaman määrän. (Hällström 1851, s.25).
- [276] Ibid., s.26-34.
- [277] Ibid., s.34-35.
- [278] Ibid., s.36-37, 41-54.
- [279] Ibid., s.54-56.
- [280] Ibid., s.56-57.
- [281] Paradigman vaihdos vei tässäkin tapauksessa aikansa. Ensimmäisenä lienee säteilysteorian esittänyt amerikkalainen William Wells (1785-1817). Tälle kannalle asettuivat monet eurooppalaiset tutkijat jo 1800-luvun puolivälissä, mutta Suomessa vallitsi Hällströmin haihtumisteoria. Lemströmin kannatti vielä osittain haihtumisteoriaa, ja vasta Homen saattoi siitä kokonaan luopua. (Laine 1947, s.17; Simojoki 1978, s.86-89 ym.)
- [282] Hällström/von Troil 1827; Hällström/Cajander 1827.
- [283] Hasselbom/Roering 1732, s.20.
- [284] Lähinnä voitaisiin ajatella, että Spöring olisi 1730-luvun alussa käyttänyt ombrometria. (Vrt. jakso 5.1. ja Toivanen 1980, s.19).
- [285] Wargentin 1763, s.7-15.
- [286] Vertailun vuoksi todettakoon vielä, että Pietarissa tehtiin sadehavaintoja 1740-1743, kesäisin 1758-1760 sekä 1761 lähtien jatkuvasti. Eestissä ja Latviassa säännölliset havainnot alkoivat vasta 1800-luvun puolivälissä (Tallinnassa vuodesta 1846 ja Riassa vuodesta 1850)
- [287] Kirjoittaja ilmoittaa vain suuaukon sivun pituuden, joka on 4,33 tuumaa. - Todettakoon, että Suomessa vuoteen 1981₂ käytettyjen sademittareiden suuaukon pinta-ala oli 500 cm^2 .
- [288] Leche 1763, s.15-17.
- [289] Talvihavaintoihin ei ole tehty mitään lumisadekorjauksia, joten tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Esim. toukokuun sadanta oli keskimäärin 1,27 tuumaa (37,6 mm (Ibid., s.18-19)).
- [290] Ibid., s.18-19.

(Lukuun 5)

- [291] Helimäki 1967.
- [292] Leche 1763, s.21.
- [293] Ibid., s.23-24.
- [294] Ibid., s.24-27.
- [295] Ibid., s.23.
- [296] Turun vuosisadanta oli ko. jaksona 20,4 tuumaa, Uppsalan vain 14,3 tuumaa.
- [297] Ibid., s.20.
- [298] Wargentin 1763, s.14-15. Wargentin arveli asiaan vaikuttavan myös sen, että Suomessa on enemmän metsiä ja järviä.
- [299] Johansson (1913, s.199) on saanut tämän tiedon O.Hjeltiltä.
- [300] Johansson 1913, s.199.
- [301] Kalm/Gudseus 1754, s.7-8.
- [302] Ibid., s.8.
- [303] Ibid., s.3, 8-9. - Respondentin, Anders Gudseuksen (s.1731), myöhempiä elämänvaiheita ei tunneta.
- [304] Johan Lagus (1725-1762) toimi sittemmin Sotkamon kirkkoherrana.
- [305] Slotte 1898, s.180-181; Alkup. Mennander/Lagus 1751.
- [306] Wild 1887.
- [307] Vuosina 1780-1799 toiminut Mannheimin meteorologinen seura (Societas Meteorologica Palatina) pyrki organisoimaan ja standardisoimaan havaintotoimintaa eri puolilla maailmaa, yhteistyössä paikallisten tieteellisten seurojen kanssa. (Khrgian 1970, s.74-76).
- [308] K.Sv.Vet.Acad.Handlingar 1785
- [309] Wild 1887.
- [310] Hällström kokeili ombrometrin käyttöä Turussa vuosina 1826-1827, tuomiokirkon tornissa ja erään talon katolla. (Käsi-kirjoitus "G.G.Hällströms observationer").
- [311] Robert Valentin Frosterus (1795-1884) toimi Kalajoella koti-opettajan tehtävissä. Hänestä tuli myöhemmin Iisalmen kirkkoherra ja lopulta Kuopion piispa.
- [312] Wild 1887; Öfversigt af FVS förhandlingar 1856, s.22.
- [313] Wild 1887.
- [314] Ibid.

(Lukuun 5)

- [315] Varsinkin Suomen Talousseuran vuosisadan vaihteessa käymä kampanja lämpötilahavaintojen lisäämiseksi tuotti aluksi tuloksia. Seura alkoi kuitenkin pian Haminan rauhan jälkeen vieraantua yleisöstä (Cygnaeus 1897, s.295-415), jolloin innostus meteorologiaankin vähitellen ehtyi.
- [316] Ks. Wild 1887.
- [317] Alkup.: Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin, aus den Jahren 1818, 1819, s.413. - Johann Georg Tralles (1763-1822) toimi fysiikan professorina Bernissä ja Berliinissä. Hänen tärkeimmät tutkimuksensa koskivat alkoholometrejä.
- [318] Hällström 1824, s.217-234.
- [319] Ibid., s.236. Merkinnät on nykyaikaistettu. - Aihetta oli Hällströmin mukaan tutkinut aikaisemmin Dewey (Annales de Chimie & de Physique, T. XXI, p.385).
- [320] Ibid., s.241-245. Hällström pyrki esitykseen, jossa kunkin paikkakunnan korjaustermi voidaan laskea kaavasta $T - T' = a + bn + cn^2$, missä n on kuukauden järjestysluku ja kertoimet a, b ja c lasketaan pienimmän neliösumman menetelmällä. Tarkempi kaava olisi muotoa $T - T' = a + b \sin [(n-1) \cdot 30^\circ + \alpha]$.
- [321] Ibid., s.245-252. Korjaustermin lauseke (yksiköissä $^\circ\text{C}$) on $T = \frac{1}{2} (T_{10} + T_{22}) - 0,33 + 0,41 \sin [(n-1) \cdot 30^\circ\text{C} + 124^\circ 8']$, mikä on suunnilleen voimassa kaikilla kolmella paikkakunnalla. Hällström arvelee, että sitä voitaisiin hyvin käyttää kaikkialla Euroopassa.
- [322] Hällström 1826.
- [323] Hällströmin kirjallisuusviite: Bessel: Astronomische Beobachtungen T.I.p.X. - Saksalainen astronomi Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) tunnetaan nykyisin parhaiten ns. Besselin funktioista.
- [324] Hällström 1836, 1839, 1840, 1843, 1844.
- [325] Hällström 1840, s.177-248; 1843, s.119-129, 131-143. Helsingin havainnot oli Hällström itse tehnyt vuosina 1827-1838. Hailuodon havainnot oli tehnyt kirkkoherra E.J.Frosterus 1817-1836, Vöyrin havainnot taas kappalainen Henrik Wegelius vuosina 1800-1824. Helsingin ja Vöyrin jaksot eivät siis peitä toisiaan.
- [326] Havainnot on tehty eri paikkakunnilla eri vuorokaudenaikoihin: Vöyrissä klo 7, 12 ja 19, Hailuodossa klo 6, 12 ja 18, Helsingissä tunnin välein klo 7-23.
- [327] Paras esitys Hällströmin tavasta laskea "Besselin kaavan" vakiot lienee ilmanpaineen vuorokausivaihteluja käsittelevässä tutkielmassa (Hällström 1826, s.11-13).
- [328] Talven Hällström määrittellee tässä aikana, jolloin keskipäivän (klo 12) lämpötila on pienempi kuin 0°C , ja kesän aikana, jolloin aamun (klo 6 tai 7) lämpötila on suurempi kuin 0°C . (Hällström 1843, s.128)

(Lukuun 5)

- [329] Keskipäivän lämpötila oli Vöyrissä talvisin keskimäärin $1\frac{1}{2}$ astetta pienempi ja kesäisin taas 2 astetta suurempi kuin Helsingissä. Hailuodon ja Helsingin väliset erot olivat vähäiset. (Hällström 1843, s.128-129, 139-142).
- [330] Hällström 1843, s.139.
- [331] Merkinnät on osittain nykyaikaistettu. Vakio a, joka ilmoittaa jäidenlähdön odotetun ajankohdan vuonna Zo, on luonnollisesti riippuvainen Zo:n valinnasta.
- [332] Hällström 1839c, s.129-149.
- [333] Hällström 1841a, s.387-394.
- [334] Hällström 1841c.
- [335] Arkangelin tiedot perustuvat sekundaarilähteeseen (Hällström 1841a), jossa ei ilmoiteta virhearviota.
- [336] "Kesän pituus" tarkoittaa tässä jäättömän ajan pituutta.
- [337] Hällström ei ilmoita, mitä vuotta nämä väitteet koskevat, mutta ilmeisesti kyseessä on vuosi 1840.
- [338] Isokyrö on noin kolme leveysastetta pohjoisempana kuin Pietari, mutta "kesä" on Isossakyrössä vain 12 päivää lyhyempi kuin Pietarissa. Arkangeli on noin yhden leveysasteen pohjoisempana kuin Isokyrö, mutta "kesä" on siellä 27 päivää lyhyempi. (Hällström 1841a, s.392).
- [339] Hällström tarkoittaa lähinnä virtaaman vaikutusta jäidenlähtöön, minkä lisäksi hän puhuu lämpimän sateen aiheuttamasta jään sulamisesta.
- [340] Hällström 1839c, s.146-148.
- [341] Hällström: I allt sträfvande ...
- [342] Samaa kaavaa Hällström käytti analysoidessaan ilmanpaineen vuorokautisvaihtelujen amplitudin riippuvuutta latitudista (1826).
- [343] Hällström/Borg 1823. - Sekä pohjoiset että eteläiset napa-alueet olivat 1820-luvulla tutkimusmatkailijoiden ulottumattomissa, joten esitetty lausuma perustuu oikeaan osuneeseen ekstrapoloivaan arvaukseen.
- [344] Johansson 1911.
- [345] Johansson 1911a, s.13-15
- [346] Funktiolla $f(\lambda) = a + b \sin \lambda + c \sin^2 \lambda$ on normaalitapauksessa maksimi muualla kuin päiväntasaajalla. Funktion $g(\lambda) = m + 2 \sin^2 \lambda$ derivaatta, joka kuvaa muutosnopeuden käänteisarvoa, on $g'(\lambda) = 2 \sin \lambda \cos \lambda$. Sillä on minimi, kun $\lambda = 45^\circ$.
- [347] a ja b ovat jälleen empiirisiä vakioita.

(Lukuun 5)

- [348] Ibid., s.16-17. Johanssonin kaavaa käyttäen tuli keto-orvokin (*Viola Tricolor*) kukkimisajankohtaa laskettaessa todennäköiseksi virheeksi 5,73 päivää, Hällströmin kaavaa käyttäen 6,02 päivää.
- [349] Walleriuksella "hydrologiaan" kuuluvat sekä hydrologia nykyisessä mielessä että mineraalivesioppi, joka oli hänen varsinainen oma alansa.
- [350] Gadd/Stähle 1772; Gadd/Wijnqvist 1772. Kirjoittajat ovat ehkä saaneet vaikutteita Walleriukselta. Toinen tutkielmista käsittelee vesistömaantiedettä, toinen lähdevesiä.
- [351] Hällström 1807, s.78. Käsitteen merkitys on epäselvä.
- [352] Gadd/Schaeffer 1786, s.10.
- [353] G.G.Hällström on 1819 vähällä päätyä ehdottamaan, että vesistöhankeista vastaavan virkamiehen titteliksi tulisi hydrografi. (Hällström: Säsom ... (liite 3). Vrt. myös jakso 5.9 ja kuva 13 s.109) F.A.Hällströmin käsikirjoitus "Hydrografiska uppgifter öfver Finland" sisältää sekalaista vesirakentamista koskevaa aineistoa ja vesistöjen kvalitatiivis-morfologisia yleiskuvauksia.
- [354] Esim. G.G.Hällström on hydrologisia mittauksia koskevassa käsikirjoituksessaan (liite 3) käyttänyt ensin termiä 'hydrauliska arbeten', mutta vetänyt tämän yli ja kirjoittanut "hydrotekniska arbeten".
- [355] Muutos kohti paradigmaattista normaalitiedettä tapahtui vähitellen, tutkimusedellytysten kehittyessä. Hydrografisen toimiston perustaminen (1908) lisäsi erittäin merkittävässä määrin resursseja, ja pian sen jälkeen hydrologia saavutti Suomessa täysin paradigmaattisen tason.
- [356] Kalm/Gudseus 1754, s.11-12. - Dissertaation aiheena ovat "meteorologiset havainnot". Hydrologia luettiin siis tältä osin meteorologian osaksi.
- [357] Ylivedenkorkeuksien osalta näitä selostetaan Tulvakomitean mietinnössä (1939, s.10-14).
- [358] Kalm/Gudseus 1754, s.5.
- [359] Ibid., s.9.
- [360] Anders Janssonista on säilynyt hyvin vähän tietoja. Hänen tiedetään tulleen Suomeen Augustin Ehrenswardin (ks. viite 435) mukana ja osallistuneen koskenperkaustöihin ainakin vuodesta 1757 lähtien (Söderling 1963, s.121). Tällöin hänen tittelikseen mainitaan "opiskelija" (studerande) (Ibid.). Myöhemmissä kirjoituksissa hän on "Mech. Direct" (Gadd/Idman 1772, s.12) tai "Bruks-Directeur" ja koskenperkaustöiden "Mechanicus" (Wetterstedt 1776).
- [361] Gadd/Idman 1772, s.5; Gadd/Kekonius 1786, s.12.
- [362] Blomqvist 1916, s.7-8.

(Lukuun 5)

- [363] Gadd/Idman 1772, s.12. Tekstissä ilmoitetaan virtaamaksi ennen perkausta 180 000 tynnyriä tunnissa, mikä on selvästi painovirhe, koska erotukseksi ilmoitetaan 566 800 tynnyriä tunnissa.
- [364] Gadd/Kekonius 1786; Gadd/Schaeffer 1786.
- [365] Nils Johan Kekonius (1762-1813) toimi myöhemmin lukion opettajana ja akatemian kreikan kielen dosenttina.
- [366] Gadd/Kekonius 1786, s.3-6.
- [367] Ibid., s.7-9.
- [368] Ibid., s.9.
- [369] Ibid., s.10-18.
- [370] Carl Johan Schaefferin (1761-1798) myöhemmistä vaiheista tiedetään hyvin vähän. Häntä ei mainita Turun akatemian ylioppilasmatrikelissa (Lagus 1895).
- [371] Tämä käy ilmi esim. liitteestä 3.
- [372] "... och Directionen, efter anställd undersökning och pröfning, funnit arbetets nytta och nödvändighet ..." (Kongl. Maj:ts Nådiga Kungörelse, angående Strömrrensningar i Storfurstendömet Finland, 1799).
- [373] Ks. liite 3.
- [374] Saarinen 1958, s.10.
- [375] Fredrik Adolf Hällström, professori G.G.Hällströmin nuorin veli, syntyi Ilmajoella 1787. Hän opiskeli Turun Akatemiasa vuosina 1805-1809, mutta erosi loppututkintoa suorittamatta ja siirtyi 1813 Ruotsiin kanavarakennustöihin. Vuonna 1819 hän palasi Suomeen ja tuli Koskenperkausjohtokunnan palvelukseen, jossa hän yleni nopeasti ja tuli 1824 Oulun piirin päälliköksi. Tässä virassa hän toimi kuolemaansa (1861) saakka.
- Hällström oli Koskenperkausjohtokunnan johtomiehistä ilmeisesti parhaiten perillä hydrologian problematiikasta. Hän laati nimittäin monia hankeselvityksiä myös Oulun piirin ulkopuolisista kohteista. Hallintomiehenä hän oli lähinnä taustahahmo, joka ei koskaan saavuttanut samanlaista kuuluisuutta kuin esim. Koskenperkausjohtokunnan insinööri-kunnan päällikkö, "koskiparoni" Carl Rosenkampff.
- [376] Blomqvist 1916, s.9.
- [377] Samassa kansiossa (TVH III, akti 125) on asiakirja vuodelta 1822, mikä ei toki välttämättä todista, että myös virtaamamittauksia koskeva käsikirjoitus olisi tältä ajalta.
- [378] Tämä anonymi kirjoitus on selvästi tarkoitettu ammattimiehille, jotka tuntevat siivikon toimintaperiaatteet. Kirjoittajan mukaan siivet, joiden pinta-alan on parasta olla 1-4 neliötuumaa, tulisi kiinnittää noin 5 tuuman päähän

(Lukuun 5)

akselista. Muuta tietoa hän ei anna laitteen rakenteesta. Kierrosluvusta sanotaan vain, että se "havaitaan", mutta ei kerrota, miten tämä tapahtuu. Laskuesimerkissä siivikko tekee 50 kierrosta 52,9 sekunnissa, mitä ei liene mahdollista havaita silmämääräisesti. Sitä paitsi todetaan, että virtausnopeus pinnalla on helppo havaita, kun taas pohjan läheisyydessä havaitseminen voi olla vaikeaa. - Pääosa kirjoituksesta käsittelee siivikon kalibrointia. (Uppgifter om Strömmätare. Liite 4.)

- [379] Ensimmäisen sähköisellä rekisteröinnillä varustetun siivikon rakensi amerikkalainen Henry 1868 (Caesperlein 1974, s.57-58). Tie- ja vesikululaitoksen vuoden 1875 inventaariopöytäkirjassa mainitussa Woltmanin siivikossa (Simojoki 1978, s.119) lienee vielä ollut mekaaninen rekisteröinti.
- [380] Jänisjoen vesistöalueella, Korpijärven luusuassa, tehtiin syys- lokakuussa 1841 kaksi virtaamamittausta. Tekijäksi mainitaan J.Werving. (Lönnfors 1948, s.5).
- [381] Lönnforsin "Vesimääränmittaukset Suomessa v. 1946 loppuun" (1948) ei sisällä yhtään virtaamamittauksen tulosta 1850-luvulta. 1860-luvulta on 12 tulosta (ensimmäinen vuodelta 1860), 1870-luvulta 36, 1880-luvulta 70, 1890-luvulta jo 299.
- [382] Siren 1958.
- [383] Gissler 1747, s.142; Witting 1918, s.83.
- [384] Nathanael Gerhard Schulten (1750-1825) oli kotoisin Nauvosta, opiskeli Turun Akatemiassa, valmistui filosofian kandidaatiksi 1772 ja toimi sittemmin tähtitieteen dosenttina, kunnes siirtyi Ruotsiin laivaston ja sota-akatemian palvelukseen, jossa hän teki pääasiallisen elämäntyönsä. Haminan rauhan jälkeen hän palasi Suomeen ja toimi mm. Koskenperkausjohtokunnan jäsenenä 1816-1822. - Hänen samanniminen poikansa Nathanael Gerhard af Schulten (1794-1860) toimi Turun Akatemian matematiikan ja fysiikan apulaisena 1817-1826 ja tämän jälkeen matematiikan professorina.
- [385] Schulten 1806, s.77; Witting 1918, s.83.
- [386] Witting 1918, s.83-84.
- [387] Hällström 1840c, s.401-409.
- [388] Ibid., s.408. Havaintopaikoiksi Hällström ehdotti Torniota, Oulua, Larsmon (Luodon) pappilaa, Kristiinankaupunkia, Ahvenanmaata, Hankoa, Helsinkiä, Viipuria sekä useita Baltian, Preussin ja Ruotsin rannikon paikkakuntia.
- [389] Ibid., s.409. Huomattakoon, että muutaman vuoden kuluttua aloitetuista Lauritsalan vedenkorkeushavainnoista vastasivat niin ikään viranomaiset, nimittäin koskenperkausjohtokunta.
- [390] Johansson 1911b, s.23-24.

(Lukuun 5)

- [391] Elfving 1938, s.42. Havaittajat olivat edelleenkin har-
rastajia: pappeja ja tullivirkailijoita.
- [392] Elfving 1938. s.42-44; Simojoki 1978, s.45-46.
- [393] Gyllingin (1956, s.32) mukaan "tutkimus osoittaa, että
sen on suorittanut erittäin pätevä henkilö, ja voidaankin
sitä melkein pitää sen ajan parhaimpana tutkimuksena".
- Hällströmin käsikirjoitusta, joka aikaisemmin kuului
Valtionarkiston TVH:n kokoelmaan, säilytetään nykyisin Ve-
sihallituksessa.
- [394] Suomenkieliset käännökset 'tulvavesi' ja 'sadevesi' ovat
peräisin Tulvakomitean mietinnöstä (1939, s.19).
- [395] Hällström: Beskrifning öfver Siikajoki Elf, s.3-7.
- [396] Holm: Beskrifning öfver Kajnasto Bäck ...
- [397] Hällström: Beskrifning öfver Siikajoki Elf, s.4-5.
- [398] Ibid., s.13-15.
- [399] Ibid., s.12-13.
- [400] Ibid., s.15.
- [401] Ibid., s.16.
- [402] Ibid., s.16-17.
- [403] Ibid., s.8-10.
- [404] Ibid., s.20-26.
- [405] Yrjö Sakari Yrjö-Koskinen (1830-1903) oli vuoteen 1884 su-
kunimeltään Forsman. Kirjoittaessaan 20-vuotiaana ylioppi-
laana "Kertomuksen Hämeenkyrön Pitäjästä" hän käytti kir-
jailijanimeä Yrjö Koskinen. Kyseessä on ensimmäinen suo-
meksi julkaistu pitäjänkertomus.
- [406] Koskinen 1852, s.5-6. Kielessä on useita "kyröläisyyksiä",
so. paikalliselle murteelle tyypillisiä ilmaisuja, esim.
"sakeentuu hyhmäksi" ja "palttaantuu" (Suolahti 1974, s.
133).
- [407] Koskinen 1852, s.5-6.
- [408] Kuten seuraavasta selviää, katsottiin näiden menetelmien pe-
rustuvan itse veden tai vesihöyryn läsnäoloon tutkimuspaikalla.
- [409] Ganander/Kalm 1763, s.7-9. Mainitut keinot ovat kirjoitta-
jan mukaan peräisin Vitruviukselta.
- [410] Ibid., s.9-13.
- [411] Ibid., s.15-16.
- [412] Ibid., s.14-15.

(Lukuun 5)

- [413] Näin oli käynyt mm. Vaasassa, jossa lähde nimeltä Norr-Källan ennen antoi hyvää juomavettä lähes koko kaupungille. Kaivamisen jälkeen lähde oli ehtynyt melkein kokonaan ja sen vesi oli tullut likaiseksi. (Ibid., s.19).
- [414] Ibid., s.19.
- [415] Spöring/Ekelund 1741; Kalm/Forsinius 1754; Gadd/Wijnqvist 1772.
- [416] Kalm/Gudseus 1754, s.5. Vertaa jaksoihin 5.5. ja 5.6.
- [417] Käsikirjoitus "G.G.Hällströms observationer".
- [418] Ibid.. - Hällström teki havaintonsa Turussa ja Ilpoisissa vuosina 1823-1827. Maan sisään oli sijoitettu kaksi sprii- eli spiritus vinilämpömittaria, 3 jalkaa ja 6 jalkaa maanpinnan alapuolella, sekä elohopeamittarit 1,75 jalan, 1,25 jalan, 0,75 jalan, 0,53 jalan, 0,43 jalan, 0,35 jalan ja 0,28 jalan syvyyksille. Lisäksi Hällströmillä oli yksi mittari piilipuussa 0,5 jalan syvyydellä.
- [419] Vanhin lienee Palermossa hovimaantieteilijänä toimineen Abu Abdullah Muhammad Al-Idrisin (1099-1166) kartta vuodelta 1154. Siinä on useita suomalaisperäisiä paikannimiä. (Tanner 1936, s.21-22).
- [420] Nimeltä mainitaan Lacus Piente (Päijänne), Holela Lacus (Vesijärvi) ja Lacus Niger (Saimaa).
- [421] Tanner 1936, s.21-22.
- [422] Anders Bure (1571-1646), latinaksi Andreas Bureus, mainitaan ensi kerran kartoitustehtävien yhteydessä 1602. Kartografista toimintaa hän jatkoi vuoteen 1633 asti.
- [423] Forsius lienee tähtitieteilijänä tehnyt enimmät paikanmääritystyöt (Tanner 1936, s.30).
- [424] Ibid., s.28-31.
- [425] Gustafsson 1933, s.21-25, 78-80.
- [426] Blomqvist 1916, s.4-5.
- [427] Faggot mainitsee tulvantorjunnan keinoina koskenperkaukset ja penkereiden rakentamisen (1741, s.14).
- [428] Faggot 1741, s.1-29. Vesistöjä koskeva § 6 on sivuilla 14-16.
- [429] Ibid., s.4.
- [430] Blomqvist 1916, s.5-6.
- [431] Osa käsittelemättä jääneestä materiaalista on edelleen tallella arkistoissa, osa taas lienee hävinnyt. Esim. Jean Taimelinin "Historisk Beskrifning öfver Siikajoki Elf uti Siikajoki Socken Salo Härad och Uleåborgs Höfdinge Döme, till ödmjukaste följe af Öfver Directeuren Välborne Herr

(Lukuun 5)

Erik af Wetterstedts Ordres upprättad År 1779" on säilynyt ainoastaan jäljennöksenä F.A.Hällströmin käsikirjoituksen "Beskrifning öfver Siikajoki Elf" välissä.

[432] Österbladh 1929, s.115.

[433] Tällä kohden ei ole ollut mahdollista käydä systemaattisesti läpi paikalliskuvausten kvantitatiivis-luonnontieteellistä aineistoa.

[434] Kartta oli nimeltään "Svea och Göta riken med Finland och Norrland". Sen mittakaava oli 1 : 2 560 000. (Tanner 1936, s.40).

[435] Sotamarsalkka Augustin Ehrensvärd (1710-1772) tunnetaan parhaiten Suomenlinnan ja Svartholman rakennustöiden johtajana, mutta hän oli myös talousmies, joka pyrki mm. edistämään koskenperkauksia ja kanavanrakennusta. Ståhlen mainitsemat kartat olivat ehkä hänen keräämiään, mutta tuskin ainakaan kaikki hänen laatimiaan - hänen tiedetään kartoittaneen lähinnä Suomen etelärannikon saaristoa. (Iso tietosanakirja 2, s.v. Ehrensvärd, Helsinki 1968).

[436] Gadd/Ståhle 1772, s.7.

[437] Ibid., s.6. Todellisuudessa "Stor-Kyro å" ja "Lill-Kyro å" ovat yksi ja sama joki, Kyrönjoki, joka laskee mereen Vaasan koillispuolella. "Ilmola å" on Kyrönjoen yläjuoksu, jonka varrella ovat Kurikan ja Ilmajoen kirkonkylät. Kauhajoen kirkonkylän läpi virtaa Kauhajoki, joka on Kyrönjoen sivujoki. Teuvan (Östermark) kirkonkylän kautta virtaava joki on Teuvanjoki, joka laskee mereen Kristiinan-kaupungin lähistöllä.

[438] Ibid., s.4. Kirjoittaja ei tarkoita Köliä, vaan nimenomaan Suomen vedenjakajia. Hän selostaa myöhemmin (s.4-6) tarkemmin "vuorijonon" kulkua Etelä- ja Keski-Suomessa. Sen sijaan Iisalmen ja Kajaanin välisen vedenjakaja-alueen hän sanoo olevan suurimmaksi osaksi suota (ibid., s.8).

[439] Ibid., s.15 ym.

[440] Gadd/Kekkonius 1786, s.2.

[441] Ibid., s.5.

[442] Ibid., s.4.

[443] Samuel Gustaf Hermelin (1744-1820) toimi kartoitustöittensä ohella Ruotsin vuorikollegiossa vuorineuvoksena. Häntä on sanottu "Ruotsin kartografian isäksi" (Nordisk Familjebok, osa 11, Stockholm 1909. Samassa teoksessa käytetään Anders Buresta samaa kunnianimeä.)

[444] Kartat kulkevat useilla eri nimillä. Valtionarkistossa ne ovat kansiossa "Hermelins Karta öfver Finland" (TVH, EI 9 : 13a).

[445] Carl Peter Hällström (1774-1836), Hällströmin veljessarjan vanhin, valmistui maisteriksi Turun Akatemiasta 1795 ja meni pian tämän jälkeen Ruotsiin maanmittauskonttorin palvelukseen. Myöhemmin hän toimi Ruotsin koskenperkauskomitean

(Lukuun 5)

jäsenenä ja teki laajoja vesistömaantieteellisiä tutkimuksia, etenkin Norrlannissa.

- [446] Tanner 1936, s.46-47. Kirjoittaja kommentoi: "Vielä tänäkin päivänä ne ovat loistavana todistuksena siitä, miten paljon edullisempi yhden miehen johto tämänluontoisissa töissä on kollegioihin verrattuna." Lienee totta, ettei 1800-luvun alkupuolella julkaistu parempia (Tanner 1936, s.47; vrt. viite 460), mutta nykyisiin verrattuina nämä kartat ovat melko epätarkkoja, etenkin mitä tulee Vanhan Suomen alueeseen (Gustafsson 1933, s.151).
- [447] Hällström ei tässä kirjoituksessaan mainitse laisinkaan Hermelinin kartastoa, sen sijaan hän ilmoittaa eri pitäjien karttojen mittausvuodet (1851, s.4-8).
- [448] Hällström 1851, s.10. Edellisillä sivuilla on vastaavia pitäjä- ja läänikohtaisia tietoja.
- [449] Hällström: Ehuruväl ...
- [450] Yksi Ruotsin peninkulma on kymmenen Ruotsin virstaa eli 10,668 km, joten neliöpeninkulma (qvdarat mil) on 114,23km².
- [451] Tällainen poikkeus on F.A.Hällströmin "Beskrifning öfver Siikajoki Elf" (1840), jossa ilmoitetaan Siikajoen valuma-alueen pinta-alaksi 33 neliöpeninkulmaa.
- [452] Hällström ei käytä nimiä "Salpausselkä", "Suomenselkä" ym., vaan selostaa vedenjakajien kulkua pitäjästä toiseen. - Mainitut nimet ovat jo mm. vuoden 1872 yleiskartassa.
- [453] Hällström ei puhu mitään esim. soista.
- [454] C.P.Hällströmin mainitaan käyttäneen hyvin varovaisesti profiiliviirutusta, ja hän oli tässä suhteessa aikaansa edellä. Useissa myöhemmin ilmestyneissä kartoissa, jopa vuoden 1927 yleiskartassa, on Suomenselän kohdalle merkitty vuorijono. (Tanner 1936, s.47).
- [455] Tanner 1936, s.48-51.
- [456] Claës Wilhelm Gylden (1802-1872) toimi maanmittaushallituksen (vuoteen 1863 maanmittaus- ja metsähallituksen) pääjohtajana vuodesta 1854.
- [457] Esim. Kokemäenjoen vesistöalueelta mainitaan 139 joenpituutta ja 22 järven pinta-alat; Ähtävänjoen vesistöalueelta on otettu mukaan kolme joenpituutta ja kolmen järven pinta-alat, Siikajoen vesistöalueelta 17 joenpituutta.
- [458] Esim. Paatsjoen vesistöalueelta Gylden esittää kuuden, Kemijoen vesistöalueelta kuuden, Kymijoen vesistöalueelta kahdeksan, Vuoksen vesistöalueelta 25 ja Oulujoen vesistöalueelta kahden osa-alueen pinta-alat. Sen sijaan Kokemäenjoen ja Iijoen vesistöalueilta hän ei esitä ainoankaan osa-alueen pinta-aloja. - Pienistä päävesistöalueista Gylden näyttää ottaneen mukaan jopa 50 neljäkäs-virstan alueita, joskin monia yli 300 km² alueita on jäänyt pois. (Esim. Kälviänjoen valuma-alueen ala on Sirenin (1956) mukaan 335 km²,

(Lukuun 5)

kun taas Gylden ilmoittaa vain joen pituuden.) - Seuna (1971) jakaa suurimmat päävesistöalueet 81 osa-alueeseen, jolloin pinta-alan arvoja on enintään 91 (päävesistöalueen, 9 ensimmäisen jakovaiheen alueen ja 81 toisen jakovaiheen alueen pinta-alat).

- [459] 1 virsta = 1,0688 km, joten neljäkäs-virsta on 1,1423 km². - 'Neljäkäs' ei liene ollut vakiintunut nimitys. Koskinen (1851, s.1) puhuu "nelikko peninkulmista". (Vrt. viite 450).
- [460] Vuosien 1863-1872 yleiskarttoja (1 : 400 000) käyttäen Iijoen valuma-alueen pinta-ala olisi korrektilisti määritettynä noin 15 000 km², mikä ei paljon poikkea nykyarvoista. Kimojoen valuma-alueen pinta-ala olisi noin 250 km² ja Osmajoen noin 590 km². Hermelinin kartaston (1798-1799) perusteella Kimojoen valuma-alue olisi noin 260 km², Iijoen noin 11 000 km² ja Osmajoen tulkinnasta riippuen 300-500 km². Näyttää siis ilmeiseltä, että Gyldenin luettelon virheet voivat johtua karttamateriaalista.
- [461] Otto Fredrik Wetterhoff (1755-1808) oli ammatiltaan sotilas ja toimi mm. Hämeen rykmentin majurina. Hän julkaisi useita taloudellisia ja sotilaallisia kysymyksiä käsittäviä kirjoituksia.
- [462] Cygnaeus 1897, s.135-140. - Käsikirjoituksina on Talousseuran arkistossa (Åbo Akademin kirjastossa) 32 paikalliskuvausta. (Viitanen 1972, s.10-11).
- [463] Gabriel Rein (1800-1867) toimi historian professorina Helsingissä vuosina 1834-1861. Hän julkaisi useita tilastollisia julkaisuja ja toimi 1865 perustetun Suomen tilastovirastojen ensimmäisenä päällikkönä.
- [464] Sven Gabriel Elmgren (1817-1897) toimi kirjastonhoitajana Helsingin yliopiston kirjastossa vuosina 1844-1891. Hänen tieteelliset julkaisunsa ovat historian ja kirjallisuushistorian alalta.
- [465] Bäckman 1980, s.3.
- [466] Yksi tynnyrinala on 4936,41 m² eli noin 0,5 ha.
- [467] Karttaselitykset oli laadittu seurakunnittain ja kappeleittain, ja kirjoituksessakin oli tarkasteltavana yksikkönä nimenomaan pitäjä.
- [468] Bäckman (1980, s.42; alkup. 1851) tosin rajaa Jalasjärven vesistöjen tarkastelun Jalasjoen vesistöalueeseen, mutta pinta-alatiedot ovat pitäjakohtaisia.
- [469] Esim. Lindström (1849, s.104) ilmoitti Säskylän Pyhäjärven pinta-alaksi 31167 ¹/₂ tynnyrinalaa (huom. tarkkuus!).
- [470] Euran pitäjän järvien syvyys ei Lindströmin (1849, s.103) mukaan ylitä 2-3 kyynärää, lukuunottamatta Koskeljärveä ja Pyhäjärveä. - Koskisen (1851, s.4) mukaan Kyröskosken Patakallion alapuolella "sanotaan olevan 9 sylen syvyys; mutta tähän määrään ei kuitenkaan ole liiaksi luottamista".

(Lukuun 5)

- [471] Esim. Pirkkalassa oli Pyhäjärven pintaa laskettu $1\frac{1}{2}$ jalkaa (Carlson 1869, s.31).
- [472] Esimerkiksi Kyröskosken "koko hourun pituus on 300 kyynärää ja tällä välillä alentaa joki 73 jalkaa, Herra Maamittari Mohell'in vuonna 1848 toimitetun mittauksen jälkeen. Jos tähän ottaa mitä se ylempänä ja hiukan matkaa (300 kyyn.) alempaanakin laskee, niin taitaa siitä tulla vähän isompi luku eli 81 jalkaa 4", niinkuin Herra Direktööri Janson on määrännyt." (Koskinen 1851, s.4.) (Koskinen viittaa Sanmarkin-Gaddin dissertaatioon "Inledning till Björneborgs Läns Mineralhistoria, Förra Del" (1789).)
- [473] Vrt. liite 1.
- [474] Kuten luvussa 4 mainittiin, kuului geodesia matematiikan professorin opetusohjelmaan, mutta se jäi varsin vähälle huomiolle eikä statuuteista liene ollut paljonkaan seurauksia käytännön maanmittaukselle. Tunnetuimpia luonnonopin sovelluksia olivat kaiketi astrologiset sääennustukset.
- [475] Vanhimpana pidetään Viipurin ja Olavinlinnan linnanpäällikön Erik Turenpoika Bjelken 1500-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä teettämää toista sataa metriä pitkää, viitisen metriä leveää ja 80-90 cm syvää kaivantoa. Erik Turenpojan tarkoituksena oli yhdistää Saimaa Juustilanjokeen ja luoda siten vesitie Suomenlahden ja Saimaan välille (Alanen 1935, s.7-13).
- [476] Ibid., s.7-32.
- [477] Ruotsissa syntynyt ja Uppsalassa opiskellut Israel Nesselius (n. 1667-1739) toimi Turun Akatemiassa kreikan ja itämaisten kielten professorina 1705-1707 ja kaunopuheisuuden professorina 1716-1737. Hän harrasti talouskysymyksiä jo 1700-luvun alussa ja oli siten yksi hyödyn aikakauden uranuurtajista. Hänen vuoden 1710 tienoilla laatimansa kirjoitukset, jotka Suomen historiallinen seura 1949 julkaisi yhtenä kokoelmana nimellä "Israel Nesseliuksen mietinnöt" ovat myöskin aikaansa edellä, vaikka niitä onkin myöhemmin (esim. Viikki 1973, s.388) arvosteltu käytännön kokemuksen ja paikallistuntemuksen puutteen aiheuttamista virheistä.
- [478] Ruotsissa asiaa ajoi ennen muita professori Olaus Rudbeck (1630-1702), ja Nesselius oli ollut yksi hänen innokkaimmista oppilaistaan (Alanen 1935, s.29-32, 37-39).
- [479] Nesselius: Om Sweriges och Finlands aldranödigaste genomgrafwande. (Kerkkonen 1949, s.21-28).
- [480] Aihetta selostaa, taloushistoriallisesta näkökulmasta, hyvin laajasti Alanen (1935, s.76-543).
- [481] Nimenomaan Hasselbomia pidettiin erittäin huomattavana asiantuntijana, koska hän oli oleskellut Hollannissa ja tutustunut siellä sulkulaitoksiin. (Ibid., s.256-272).
- [482] Wetterstedt 1776.

(Lukuun 5)

- [483] Yleensä mainittiin kosken pituus (yksikkönä kyynärä tai syli), joskus myös putouskorkeus. Muut kvantitatiiviset tiedot koskevat esim. kaivettavaksi ehdotetun kanavan pituutta sekä työkustannuksia. - Alanen (1935) on liittänyt kirjaansa kaksi maanmittarien tekemää tutkimusraporttia (s.281-289).
- [484] Ibid.
- [485] Voionmaa 1929, s.150; Alanen 1935, s.547.
- [486] Suunnitelmissa oli mm. kanavan rakentaminen Suomenlahdelta Saimaalle ja edelleen Saimaalta Oulunjokea tai Pyhäjokea pitkin Perämerelle; Päijänteen yhdistäminen Kokemäenjoen vesistöön ja sitä kautta mereen; jne. (Ks. Alanen 1935; Söderling 1963).
- [487] Vuosien 1742-1766 kanavointihankkeita on tutkinut Söderling (1963). Tämänkin jälkeiseltä ajalta on dokumentteja kanavointisuunnitelmista. Useat niistä käsittelivät Hasselbomin suosittamaa Päijänteen-Hämeenlinnan-Vantaanjoen kanavahanketta (Wetterstedt 1776; Kommiterade angående kanalisering af vattendraget mellan Tavastehus och Päjenä, 1777; Gadd 1789).
- [488] Alanen 1935, s.10.
- [489] Nesselius: Oförgripeliga tankar om landets cultur ... (Kerkkonen 1949, s.3-4).
- [490] Sekä väkiluvun että peltopinta-alan kehitystä on havaintoaineiston puutteellisuudesta johtuen vaikea arvioida. Lääni- ja pitäjäkohtaiset erot olivat lisäksi huomattavia. Joka tapauksessa Uudenkaupungin rauhan jälkeiselle ajalle on ominaista väestön ja viljelysalan huomattavan nopea kasvu. (Jutikkala 1980, s.151-178).
- [491] Anttila 1967, s.20-22. - Kytöviljelyä oli Etelä-Pohjanmaalla ja Etelä-Karjalassa harjoitettu jo 1600-luvulla.
- [492] Suomen ensimmäisenä järvenlaskijana pidetään pohjoiskarjalaista talonpoikaa Lassi Nuutista (k.n.1763), joka puhkaisi 1743 Enon Alimmaiselle Sarvinkijärvelle uuden lasku-uoman. Nuutinen sai pitkän käräjäoinnin jälkeen omistusoikeuden vesijättömaahan ja kulki myöhemmin ympäri maakuntaa antaen neuvoja järvenlaskuja suunnitteleville. (Anttila 1967, s.20-22; Cederberg 1924, s.49-72.)
- [493] Kyrönjokea perattiin vuosina 1752-1757 ja 1760-luvun alussa. Kokemäenjoen perkaukset aloitettiin 1757 ja niitä jatkettiin useaan otteeseen 1700-luvun loppupuolella. Pyhäjokea perattiin kruunun varoilla jonkin aikaa 1760-luvulla. Muualla maassa koskia perattiin yksityisin varoin.
- [494] Samuel Chydenius (1727-1757) opiskeli Turussa, jatkoi opintojaan Uppsalassa ja julkaisi veljensä Andersin kanssa dissertaation "De navigatione per flumina & lacus" (Chydenius/Chydenius 1751). 1753 hän tuli Turun Akatemiaan kemian ja mineralogian dosentiksi - alan ensimmäiseksi. Hänen tiedetään kuitenkin keskittyneen pääasiassa koskenperkauksiin (Tommila 1960, s.148).

(Lukuun 5)

- [495] ks. viite 86.
- [496] Steniuksen graduaalidissertaation aihe ja hänen dosentuurinsa ala oikeuttanevat tämän väitteen.
- [497] Linnoitustöillä ja koskenperkauksilla on kiistatta yhteisiä piirteitä. Molempiin tarvittiin runsaasti työväkeä, maansiirtoja tehtiin paljon, jne.
- [498] Joillekin, esim viitteessä 492 mainitulle Lassi Nuutiselle, saattoi kyllä kertyä melkoinen käytännön kokemus.
- [499] Kalm/Stenius 1757.
- [500] Kalm/Wegelius 1755.
- [501] Kalm/Backman 1756; Kalm/Wegelius 1763.
- [502] Kalm/Foeder 1778.
- [503] Gadd 1758.
- [504] Nordenskiöld 1758, s.5-19.
- [505] Ibid., s.19.
- [506] Oikeastaan Nordenskiöld käsittelee lähes kaikkia luvun 5 jaksojen otsikoissa mainittuja aiheita, mutta toiston välttämiseksi selostus on keskitetty jaksoon 5.2.
- [507] Nordenskiöld 1758, s.9-13.
- [508] Ks. esim. Cederberg 1928, s.144-153, 177-181.
- [509] Tässä yhteydessä mainitaan yleensä Samuel Chydenius; työväkeen ja alempaan työnjohtoon kuuluvia kohdanneet tapaturmat eivät tule yhtä helposti mainituiksi historiankirjoituksissa.
- [510] Gustav Niclas Idmanin (1752-1807) myöhemmistä vaiheista tiedetään varsin vähän. - Hänen isänsä, Huittisten kirkkoherra Nils N. Idman (1716-1790) osallistui aktiivisesti koskenperkauksiin: ajoi hankkeita läpi pitäjänkokouksessa ja teetti myös omilla varoillaan eräitä perkauksia. (Viikki 1973, s.388-389).
- [511] Gadd/Idman 1732.
- [512] Viikki 1973, s.389.
- [513] Gadd/Schaeffer 1786, s.10.
- [514] Ibid., s.8-10.
- [515] Kirjoittaja suosittelee "norjalaisten tervahautojen" käyttöä (ibid., s.4).
- [516] Ibid., s.3-5.
- [517] Ibid., s.5-6.

(Lukuun 5)

- [518] Ibid., s.16.
- [519] Kongliga Finska Strömrensnings-Directionen; Directionen för strömrensningsarbetet i Finland.
- [520] Tämä on määrätty jo perustavassa asiakirjassa (Kongl. Maj:ts Nådiga Kungörelse ... , 1789)
- [521] Ernst Gustaf von Willebrand (1751-1809) toimi aluksi sotilasuralla ja yleni lopulta kenraaliksi. Vuosina 1790-1806 hän oli Turun ja Porin läänin maaherrana. Hänet tunnettiin myös monipuolisena teollisuus- ja talousmiehenä.
- [522] Willebrand 1799. - Von Willebrand oli kotoisin Karunasta ja omisti vuodesta 1792 Jokioisten kartanon, joten hänen henkilökohtainen kiinnostuksensa itäistä Varsinais-Suomea kohtaan on hyvin ymmärrettävissä.
- [523] Schultenin mielipiteitä on selostanut Palmen (1902, s.94-95), joka kauhistelee niissä ilmenevää "teoreetikon johdonmukaisuutta".
- [524] Willebrand 1799.
- [525] Palmen 1902, s.94.
- [526] Kuusisto 1956, s.20.
- [527] Directionen för Strömrensnings- och canalarbetet.
- [528] Miesmaa 1956, s.25.
- [529] Kuusisto 1956, s.20; Rinne 1956.
- [530] Directionen för väg- och vattencommunicationerna.
- [531] Kuusisto 1956, s.20. - Ensimmäisenä kohteena mainitaan 1830-1832 hätäaputyönä rakennettu Soinin-Alajärven maantie.
- [532] Tie- ja vesikulkulaitosten johtokunta, sittemmin ylihallitus, pani alulle myös rautateiden rakentamisen Suomessa (1858) ja huolehti rautatiehallinnosta vuoteen 1877, jolloin perustettiin Rautatiehallitus.
- [533] esim. Westling 1852, s.9-10.
- [534] esim. F.A.Hällström: Beskrifning öfver Siikajoki Elf.
- [535] G.G.Hällström: Ehuruväl ...
- [536] 1830-luvun työt olivat vasta vähäisiä kokeiluja. Varsinainen pääurakka tehtiin vuosina 1857-1866, mutta raivaustöitä jatkettiin useaan otteeseen myöhemminkin, mm. vuoden 1935 jälkeen varavankilan toiminnan yhteydessä.
- [537] Miesmaa 1956, s.26.
- [538] Koskenperkausjohtokunnan arkistossa on edellisten lisäksi asiakirjoja ainakin Perhon, Ylivieskan, Merikarvian, Pöytyän ja Jaakkimavaaran pitäjien tai kappelien soiden kuivattuksesta.

(Lukuun 5)

- [539] Parhaat kirjallisuusviitteet lienevät tällä kohden Aleksis Kiven "Seitsemän veljestä" (1870) ja Juhani Ahon "Kevät ja takatalvi" (1906).
- [540] Anttila 1967, s.30.
- [541] Palmen 1902, s.65-83, 95-99.
- [542] Ibid., s.97-98; Anttila 1967, s.34.
- [543] Tämä koskee Koskenperkausjohtokunnan luettelossa mainittuja, vuosina 1817-1842 toteutettuja hankkeita. ("Uppgift å de under Directinens för Väg- och Vatten Communicationerne i Finland ledning verkställdte, påbegyndte och projecterade arbeten för sjöfarten inom Landet, Strömrrensning och Sjöfällningsarbeten med afseende å Landets Cultur". Luettelo kuuluu TVH:n kokoelmaan III aktiin 136 (Hydrographiska uppgifter öfver Finland)).
- [544] Anttila 1967, s.34.
- [545] Hällström ei määrittele tätä suuretta.
- [546] Näitäkään suureita Hällström ei määrittele.
- [547] "Mängden af det vatten, som på gifven tid genom gifna tvärsectioner i strömmen framflyter".
- [548] Vrt. jakso 5.8. Tyypillistä oli siis ilmoittaa järven pituus ja leveys, joen pituus tms.
- [549] Holm 1819. (TVH III, akti 187).
- [550] Strömrrensning Ingenieur.
- [551] Vielä 1901 Werner Lindberg arveli, että erillistä hydrografista tutkimuslaitosta tuskin saataisiin aikaan, ja vaati, että olisi ainakin palkattava hydrografiaan keskittyvä virkamies. - Hydrografinen toimisto aloitti toimintansa 1.8.1908 kahden vakinaisen virkamiehen voimin. Varsin pian henkilökuntaa lisättiin. (Blomqvist 1916, s.16-18).
- [552] Miesmaa 1956, s.24-25. Insinöörikunta oli itse asiassa organisoitu sotilaallisesti ja sitä nimitettiin myös upseerikunnaksi. Niinpä insinööreillä oli sotilasarvot, vaikka he eivät olisikaan aikaisemmin palvelleet asevoimissa. Myös suuri osa työntekijöistä oli entisiä sotilaita, jotka rauhan aikana työllistettiin koskenperkauksissa.
- [553] Yliopistokoulutuksella oli perinteitä. 1700-luvun huomattavat koskenperkausjohtajat Samuel Chydenius ja Jakob Stenius olivat maistereita. 1800-luvun alkupuolen merkittävin hydrologisesti suuntautunut insinööri F.A.Hällström oli saanut oppinsa sekä Turun Akatemiasta että käytännön työstä Ruotsin kanavatyömailla.
- [554] Miesmaa 1956, s.25.
- [555] Ibid., s.26.
- [556] Miesmaa 1956, s.26, 56.

(Lukuun 5)

- [557] Wuolle 1949, s.84-85.
- [558] Frithiof Alfred Neovius (1830-1895) toimi mm. Haminan kadettikoulun johtajana 1871-1885.
- [559] Wuolle 1949, s.89. Neovius olisi jakanut uuden Polyteknillisen opiston kaikkiaan 11 osastoon. Tie- ja vesirakennusinsinöörien koulutus olisi myös saanut oman osastonsa.
- [560] Endre Lekve (1833-1882) valmistui insinööriksi Hannoverin polyteknillisestä koulusta 1859. Helsingin teknillisen reaalikoulun, sittemmin Polyteknillisen opiston opettajana hän toimi vuodesta 1860. Hänen toimintaansa selostaa Wuolle (1949, s.99-103, 144-145).
- [561] Wuolle 1949, s.81.

Lukuun 6:

- [1] Lukuisissa historiallisissa katsauksissa tarkastellaan erikseen Ruotsin vallan aikaa ja Autonomian aikaa. Slotten (1898) ja Simojoen (1978) teoksissa aikarajaksi on valittu muodollisesti yliopiston muutto Helsinkiin, mutta jatkuvuuden vuoksi kumpikin ulottaa tarkastelunsa muodollisten rajojen ulkopuolelle.
- [2] Rasila 1982, s.13.
- [3] Tällä kohden voidaan viitata Blomqvistin (1916) ja Simojoen (1978) esityksiin.

LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

A. PAINAMATON AINEISTO

Painamaton aineisto on seuraavassa vakiintuneen tavan mukaan ryhmitelty säilytyspaikan mukaan. Se käsittää sekä lähteinä käytettyjä käsikirjoituksia että 1900-luvun puolivälin jälkeen laadittuja opinnäytteitä, joihin tutkielmassa viitataan.

a. Helsingin yliopiston kirjasto

Gadolinin-Hällströmin kokoelma

- Hällström: Ehuruväl Finland icke kan räknas till antalet af bergiga länder
- Hällström: Hydrauliska formler
- Hällström: Hydrostatik
- Hällström: Klimat-förändringar bedömda efter islossningstider
- Hällström: Såsom det vid hvarje enskildt företag ...
- Hällström: I allt sträfvande till kunskap ...

Gadd, P.A.: Sur Les Lacs, Débouches (Vatudrag), avec l'indication des Canaux de communication ... pour l'economie interieure dans le Gouvernement de Nyland et Tavastehus par le Prof. Gadd & publié par Hans Henric John à Åbo le 23 Mai 1789. (Sama painettuna ruotsiksi: Gadd/John 1789.) (Eö III 36).

(Hällström, G.G.): G.G.Hällströms observationer (Åbo) 1-5. (Lämpötilahavaintoja Turussa ja Ilpoisissa.) (Eö II 50-54).

Moberg, A.: Föreläsningar i fysik. Uppsatser och anteckningar i fysik. (Eö I 1).

-Meteorologi

b. Riksarkivet, Stockholm

Direktionen över strömränsningsarbetet i Finland 1799. (ÄK 595).

- Willebrand: Utkast angående strömränsningarnes nödvändighet i Finland, och sättet at kunna erhålla arbetsmanskap härtill, med minsta tunga för Statsvärbet.

Kommitterade angående kanalisering af vattendraget mellan Tavastehus och Päjenä. 1777. (ÄK 593).

Wetterstedt, E.: Underdånigste Berättelse angående Durkfarterne och en del Wattudrag i Finland. Wasa d. 20 Junii. 1776.

c. Valtionarkisto, Helsinki

Koskenperkausinsinöörikuunnan arkisto 1817-1861. (TVH III)

- Aktirekisteri (Ab 1)
- Fällning af Alakeyrittty sjö, belägen på gränsen emellan Nurmis och Nilsiä socknar. (Akti 582).
- Holm, C.G.: Beskrifning öfver Kajnasto bäck, uti Ylistaro Kapell af Storkyro Sökn och Wasa Län. Wasa 1819. (Akti 183).
- Hydrographiska uppgifter öfver Finland. (Akti 136).
- Sänkning af Jääsjärvi sjö i Gustaf Adolfs Socken af St Michels Län, genom rensning af Hotila, Wanha Myllykoski, Wuoldenkoski och Koskenniska eller Eko forsar. (Akti 280).
- von Törne, J.U.: Särskilda Instrumenter, lånade till Saima Kanalarbete och derifrån återsände. (Akti 333).

- Uppgifter om Strömmätaren. (Akti 125).
- Werfving, J.: Nuorajärvi, Megrijärvi och Ilomantz sjöars fällning uti Ilomantz socken af Kuopio Län. (Akti 284).
- Westling, C.R.: Beskrifning öfver Päjäne sjös Norra Watten-drag. Helsingfors 1852. (Akti 452).

d. Vesihallitus

Hällström, F.A.: Beskrifning öfver Siikajoki Elf.

- e. Helsingin yliopiston laituskirjastot, painamattomat opinnäytteet
- Astikainen, R.: J.A. Wasastjerna fyysikkona. Fysiikan laitos, 1973. Pro gradu.
- Hirn, H.: Kopernikaanisen vallankumouksen vastaanotto. Fysiikan laitos, 1982. Pro gradu.
- Johansson, G.: Fysikens grundbegrepp och deras behandling i läroböckerna i fysik utgivna i Finland 1800-1958. Fysiikan laitos, 1976. Pro gradu.
- Jokiranta, O.T.: Isaac Newton ja universaalinen gravitaatiolaki. Fysiikan laitos, 1966. Pro gradu.
- Lavikkala, P.: Darwinismin tulo suomenkieliseen kouluopetukseen. Suomen historian laitos, 1981. Pro gradu.
- Linnanmäki, Eeva: Pituuden ja ajan mittanormaalit ja niiden kehitys. Fysiikan laitos, 1975. Pro gradu.
- Mylläri, A.: Max Planck kvanttiteorian perustajana. Fysiikan laitos, 1959. Pro gradu.
- Nevalainen, P.: Harald Lunelund fyysikkona. Fysiikan laitos, 1973. Pro gradu.
- Nieminen, S.: Röntgensäteiden fysikaalinen luonne historialliselta kannalta. Fysiikan laitos, 1973. Pro gradu.
- Putto, E.: Valtion kustannuksella suoritettut järvenlaskut ja vesistöjen säännöstelyt Suomessa 1800- ja 1900-luvulla. Maantieteen laitos, 1950.
- Rantanen, R.: Fysiikan tutkijat Suomessa 1800-luvun alkupuolella. Fysiikan laitos, 1975. Pro gradu.
- Rönkkö, E.: Max Planck tutkijana. Fysiikan laitos, 1965. Pro gradu.
- Streng, J.: Hiukkaskiihdyttimien tyhjiötekniikan kehityksestä. Fysiikan laitos, 1965. Pro gradu.
- Söderling, P.: Suomen vesitiekysymys vapaudenajan jälkimmäisellä puoliskolla 1742-1766. Suomen historian laitos, 1963. Lisensiaattityö.
- Tiitta, A.: Topeliuksen kehitys Suomen maantieteen ensimmäiseksi luennoijaksi. Suomen historian laitos, 1981. Si-vulaudatututkielma.
- Toivanen, P.: Atomistiikka Suomessa 1640-1940. Atomistiikan vaikutus Suomen fysiikan tutkimukseen ennen toista maailmansotaa. Fysiikan laitos, 1976. Lisensiaattityö.
- Töyrylä, M.: Röntgenfysiikan synty ja kehitys Röntgenin elinai-kana. Fysiikan laitos, 1955. Pro gradu.
- Vahtola, R.: Energiakäsitteen kehitys. Fysiikan laitos, 1976. Pro gradu.
- Vihavainen, E.: Taloudellinen valistus Turun Akatemian ruotsin-kielisissä väitöskirjoissa vuosina 1748-1828. Suomen historian laitos, 1975. Pro gradu.

B. PAINETUT LÄHTEET

Achander, A. ks. Mennander.

Achrelius, D.: *Dissertatio physiologica terraequei globi ...* (1672)
ks. Miltopoeus.

Achrelius, D.: *Contemplationum mundi libri tres cum indice necessario.*
Aboa 1682.

Achrelius, D./Hagman, N.A.: *Disputatio physica de fontium atque
fluminum origine.* Aboa 1682.

Achrelius, D./Rungius, J.: *De fontium origine et miraculis.* Aboa 1686.

Acta SSF = Acta Societatis Scientiarum Fennicae.

Alanus, G./Reftelius, P.: *Disputatio physica de motu et quiete.*
Aboa 1648.

Alcenius, J.J., ks. Hällström.

Arelius, S.M., ks. Hahn.

Aristoteles: *De caelo.* - The Works of Aristotle, translated into
English. Vol.II. Oxford 1930.

Aristoteles: *Meteorologica.* - The Works of Aristotle, translated
into English. Vol.III. Oxford 1931.

Aristoteles: *Physica.* - The Works of Aristotle, translated into
English. Vol.II. Oxford 1930.

Bachster, J., ks. Tålpo.

Backman, A., ks. Kalm.

Bergman, C., ks. Gadd.

Birling, S., ks. Mennander.

Blanck, H., ks. Miltopoeus.

Bolin, G.L., ks. Gadolin.

Borg, G., ks. Hällström.

Borgström, E., ks. Gadolin.

Broberg, A.L., ks. Hällström.

Browallius, J.: *Betänkande om vattuminskningen, hvaruti denna läran
efter den heliga skrift, naturens lagar och förfaren-
heten pröfvas samt oriktig befinnes.* Stockholm 1755.

Browallius, J./Huss, O.E.: *De vaporibus.* Aboa 1738.

Browallius, J./Dahlman, L.: *De origine montium.* Aboa 1741.

Browallius, J./Lemquist, E.: *Dissertatio physico-biblica de diluvio.*
Aboa 1742.

Browallius, J./Törneröos, J.A.: *De caussis frigoris hiemalis.* Aboa 1742.

Browallius, J./Estlander, J.: *De numero regnorum naturae et in specie
nuper addito quarto sive aqueo.* Aboa 1744.

Bruncrona, N.: *Anmärkningar och uppgifter rörande vatten-minsk-
ningen vid Sveriges kuster.* - KSVAH 1823, s.21-29.

Brunnerus, J., ks. Planman.

Bäckman, K.A.: *Beskrifning öfver Jalasjärvi kapell.*-Suomi 1851,
s. 231-326. - Suomeksi: *Jalasjärven Kappeli.* Vammala 1980.

Cajander, H., ks. Hällström.

Calamnius, G.G., ks. Kalm.

Carlson, W.: Historiallinen ja maantieteellinen kertomus Pirkkalan pitäjästä. - Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia. 47. osa, Helsinki 1869.

Catalogus praelectionum, quas in Academia Aboensi publice et privatim habebunt omnium facultatum professores caeterique docentes. Aboa 1673-1827. -Ks. myös Index..., Förteckning...

Celsius, A.: Anmärkning om vatnets förminskande så i Östersjön som Vesterhafvet. - KSVAH 1743, s.33-50.

Charta öfver Sawolax och Karelens eller Kuopio Höfdingedöme. Utgifven af Friherre S.G.Hermelin, Författad af C.P.Hällström, Graverad af Fr.Akrel.

Charta öfver Uleåborgs Höfdingedöme. På Friherre S.G.Hermelins Anstalt och Omkostnad författad enligt särskilde Chartor och Anmärkningar under Resor af C.P.Hällström, Auscultant i Kongl. Bergs. Colleg. 1798.

Charta öfver Wasa Höfdingedöme, utgifven af Friherre S.G.Hermelin. Författad af C.P.Hällström, Philos. Mag. och Ausc. vid K. Bergs. Colleg., 1798.

Chydenius, S./Lacman, S.: Observationes de decvmentis aquarum in Sinu Botnico. Upsalia 1749.

Chydenius, S./Chydenius, A.: Dissertatio Academica; de navigatione, per flumina & lacus patriae, promovenda. Upsalia 1751.

Claesson, J., ks. Hällström.

Dahlman, L., ks. Browallius.

Damaskolainen, ks. Johannes Damaskolainen.

De Luc, J.A.: Recherches sur les modifications de l'atmosphere. Tome premier. Geneve 1772. (Saksaksi: Untersuchungen über die Atmosphere, D.1, Leipzig 1776.)

Eckman, L., ks. Gadolin.

Ekelund, J., ks. Spöring.

Eklöf, J.H.: Observationum thermometricarum in Plymouth per omnes horas anni institutarum computum. Acta SSF 2, s.449-497. Helsingfors 1842.

Eklöf, J.H.: Försök at för åtskilliga orter i Europa bestämma Norrskenets årliga periodicitet. Acta SSF 2, s.299-315. Helsingfors 1842.

Eklöf, J.H.: Jäänlähtö-aiaat Kokemäen virrassa vuosina 1801-1849. -Suomi 1849, s.189-195.

Ekwurzel, C.F., ks. Hällström.

Estlander, C.J., ks. Hällström.

Estlander, G.E.A., ks. Hällström.

Estlander, J., ks. Browallius.

Faggot, J.: Tankar om fäderneslandets känning och beskrifwande. KSVAH 1741, s.1-29.

Ferner, B.: Tvisten om vattuminskningen. Kongl. sv. vetenskaps academies presidietal. Stockholm 1765.

Foeder, A.M., ks. Kalm.

Forsinius, M., ks. Kalm.

- (Forsius, S.A.): *Physica*. (Cod. Holm. D 76). Utg. av Johan Nordström. I. Text. - Uppsala universitets tidskrift 1952 : 10.
- Frosterus, J.: *Hyödyllinen huwitus Luomisen töistä, Yxinkertaisille avuxi Jumalan Hyvyyden Tundoon ja palwellukseen.* - 5. painos, Turku 1817. (Alkup. 1791).
- Förteckning öfver föreläsningar och öfningar, hvilka, vid Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland af Professorer och öfrige Lärare ... komma att anställas. Helsingfors 1853 - (1879). - Ks. myös *Catalogus ...*, *Index ...*
- Gadd, P.A.: *Tankar om Skadeliga fråstnätter, och fråstnästens upodling.* Stockholm 1758.
- Gadd, P.A./Heurlin, S.N.: *Disquisitio chemica hypotheseos de transmutatione aquae in terram.* Aboa 1763.
- Gadd, P.A./Idman, G.N.: *Försök till en oeconomisk afhandling, om ström-rensningars nytta och nödwändighet i Björneborgs Län.* Åbo 1772.
- Gadd, P.A./Stähle, G.: *Försök till en Hydrologisk Afhandling om Ursprunget och beskaffenheten af de Största Wattudrag i Finland.* Åbo 1772.
- Gadd, P.A./Wijnqvist, G.: *Hydrologiskt försök, om beskaffenheten af Finlands fjäll- och kjäll-watn.* Åbo 1772.
- Gadd, P.A./Kekonius, N.J.: *Undersökning, om orsakerne till flodvatnets öfversvämningar i Finland.* Åbo 1786.
- Gadd, P.A./Schaeffer, C.J.: *Om medel att kunna förekomma flodvatnets öfversvämningar.* Åbo 1786.
- Gadd, P.A./John, J.J.: *Undersökning, om Nylands och Tavastehus län, i anseende till dess läge, vidd, climat, våhr-floder, sjöar och vatuleder, naturs förmåner och brister, näringar, folkrikhet, politic och cameral författningar.* Del I. Åbo 1789.
- Gadd, P.A./Mellenius, S.G.: *ibid.*, del II. Åbo 1789.
- Gadd, P.A./Bergman, C.: *ibid.*, del III. Åbo 1789.
- Gadolin, J.: *Om Åbo slotts belägenhet öfver vattenbrynet.* KSVAH 1751, s. 219-224.
- Gadolin, J./Rennerus, J.: *Cogitationes nonnullae de aqua magnalium divinatorum praecone.* Aboa 1753.
- Gadolin, J./Borgström, E.: *Dissertatio gradualis de resolutione montium in diluvio universali.* Aboa 1759.
- Gadolin, J./Porthan, H.G.: *Aphorismi philosophici.* Aboa 1759.
- Gadolin, J./Bolin, G.L.: *Discursus teleologico-physicus circa nubes.* Aboa 1760.
- Gadolin, J./Eckman, L.: *Dissertatio physico-biblica de terminum ventorum.* Aboa 1760.
- Gadolin, J./Hieltt, N.: *Dissertatio philosophica sistens anemometrum novum.* Aboa 1760.
- Gissler, N.: *Anledning at finna hafvets affall för vissa år.* -KSVAH 1747, s. 142-149.
- Gudseus, A., ks. Kalm.
- Gummerus, C., ks. Hällström.
- Gylden, Cl.W.: *Suomenmaan joet ja järvet.* - Suomi 1863, s. 61-222.

- Haegg, A., ks. Mennander.
- Hahn, P./Melliin, A.: *Dissertatio physica de mari ejusq; salsedine, binis capitibus comprehensa.* Aboa 1687.
- Hahn, P./Ringius, P.J.: *Dissertatio physica, de miraculis aquarum.* Aboa 1688.
- Hahn, P./Arelius, S.M.: *Cataractae aquarum.* Aboa 1689.
- Hahn, P./Polviander, M.: *Dissertatio philologico-physica de aquis supracoelestibus.* Aboa 1711.
- Hahn, P./Widebeck, M.: *Dissertatio physica de nube.* Aboa 1702.
- Hasselbom, N./Roering, A.: *Dissertatio gradualis de origine fontium.* Aboa 1732.
- Hasselbom, N./Tolsdorff, P.: *Dissertatio physica de elasticitate.* Aboa 1735.
- Heikel, I.A.: *Helsingin yliopisto 1640-1940.* Helsinki 1940.
- Helimäki, U.I.: *Taulukoita ja karttoja Suomen sadeoloista kaudelta 1931-60. - Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan.* Nide 66, osa 2. Helsinki 1967.
- Herkepaesus, C., ks. Kalm.
- Hermelin, S.G., ks. Charta ...
- Heurlin, S.N., ks. Gadd.
- Hieltt, N., ks. Gadolin.
- Hulthin, N.P., ks. Hällström.
- Huovila, S. & Pollari, A.: *Suomen ilmastobibliografia, erityisesti sovellutuksia varten. - Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja n:o 15.* Helsinki 1968.
- Huss, O.E., ks. Browallius.
- Hydrologinen bibliografia 1934-1959. - *Hydrografisen toimiston tiedonantoja XVII.* Helsinki 1959.
- Hydrologinen bibliografia 1960-1970. - *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 14.* Helsinki 1976.
- Hällbergh, G., ks. Mennander.
- Hällström, C.P.: *Tillägg till föregående Afhandling. - KSVAH 1823, s.30-41. (Liittyy Bruncronan (1823) artikkeliin).*
- Hällström, G.G.: *Afhandling om Nattfrosterna i Finland. - Konungl. Finska Hushållnings-Sällskapets handlingar. Åbo 1807. - 2. painos: Om Nattfroster i Finland. Helsingfors 1851.*
- Hällström, G.G.: *Försök till en Afhandling om Solidum minimae resistentiae, i anledning af Nordmarkske grundformlerna rörande Vattnets motstånd. - KSVAH 1808, s.159-193.*
- Hällström, G.G.: *Undersökning om Vattens Volym-förändring af värme, och bestämelse af den värmegrad, hvarvid vattnets täthet är störst. - KSVAH 1823, s.183-228. (Saksaksi: Ann.d.Physik u. Chemie 1; ranskaksi: Ann. de Chim. et de Phys. 28.)*
- Hällström, G.G.: *Tillägg till bestämelsen om värmen för vattnets största täthet. - KSVAH 1824, s.1-15. (Saksaksi: Ann. d. Physik u. Chemie 9.)*
- Hällström, G.G.: *Om bestämmande af medelvärmnen i luften. - KSVAH 1824, s.217-252. (Saksaksi: Ann. d. Physik u. Chemie 4.)*

- Hällström, G.G.: Utdrag ur Domkapitlets i Åbo Cirkulärbref, innehållande hvad under loppet af sednast förflutna 140 år blifvit till församlingarnes och presterskapets i Åbo stift ständiga iakttagande förordnad. Åbo 1824.
- Hällström, G.G.: Om Jord-atmosferens på Barometerståndet märkbara dagliga förändringar i regelbundna perioder. - KSVAH 1826, s. 1-52. (Saksaksi: Ann. de Physik u. Chemie 8, 9, 11.)
- Hällström, G.G.: Tillägg till afhandlingen om Jord-atmosferens Oscillations-perioder. - KSVAH 1826, s. 185-217. (Saksaksi: Ann. d. Physik u. Chemie 11.)
- Hällström, G.G.: Granskning af sednast gjorda bestämmelser om vattnets volum-förändringar i olika värme, och om värmen för vattnets största täthet. - KSVAH 1833, s. 166-192. (Saksaksi: Ann. d. Physik u. Chemie 34 ja Doves Repert. d. Physik 1.)
- Hällström, G.G.: Variationum pressionis atmosphaerae terrestri in locis longe a se distantibus concordantium examen. - Acta SSF 1, s. 1-29. Helsingfors 1839.
- Hällström, G.G.: Specimina mutanti currente seculo temporis, quo glacies fluminum annuae dissolutae sunt. - Acta SSF 1, s. 129-149. Helsingfors 1839.
- Hällström, G.G.: Clima Helsingforsiae, ex observationibus undecim annorum erutum. - Acta SSF 1, s. 177-248. Helsingfors 1840.
- Hällström, G.G.: Observationum thermometricarum in Madras, Rio Janeiro, Plymouth, Salzuflen, Apenroa, Boothia, Porta Carica et Matotschin-Schar, per omnes fere horas anni institutarum, computus. - Acta SSF 1, s. 263-372. Helsingfors 1840.
- Hällström, G.G.: Anmärkningar om vattenytans uti Östersjön och Medelhafvet tidtals skeende höjningar och sänkningar. - Acta SSF 1, s. 401-409. Helsingfors 1840. (Saksaksi: Ann. d. Physik u. Chemie 56.)
- Hällström, G.G.: De tempore regelationis et congelationis aquarum fluminis Kyrö. - Acta SSF 1, s. 387-394. Helsingfors 1841.
- Hällström, G.G.: Ny mätning af Åbo-Slotts höjd öfver hafsytan, jemte slutsatser om Södra Finlands höjning öfver hafvet. - Acta SSF 1, s. 519-525. Helsingfors 1841.
- Hällström, G.G.: De directionibus ventorum in Finlandia spirantium. - Acta SSF 1, s. 571-626. Helsingfors 1841.
- Hällström, G.G.: Calculus observationum, quibus tempora regelationis et congelationis aquarum fluminis Dwinae determinantur. - Bull. scient. publ. par l'Acad. Imp. des sc. de S:t P:bourg, 8. S:t Peterbourg 1841.
- Hällström, G.G.: Bidrag till kännedom om Finska orters Klimat-förhållande: Om luftvarmen på Carlö. Om luftvarmen i Wöro. - Acta SSF 2, s. 119-143. Helsingfors 1843.
- Hällström, G.G.: De apparitionibus Aurorae borealis in septentrionalibus Europae partibus. - Acta SSF 2, s. 363-376. Helsingfors 1843.
- (Hällström, G.G.): Aus G.G. Hällströms Hinterlassenen Papieren I-II, ks. Johansson 1911.
- Hällström, G.G./Gummerus, C.: Dissertatio physica, examinans: an aqua in tubis capillaribus langioribus altius quam in

- brevioribus adscendat. Aboa 1801. (Saks. ref.: Ann. d. Physik 14).
- Hällström, G.G./Palander, L.P.: Dissertatio physica, de methodis inveniendi dilatationes liquidorum a calórico. Aboa 1801. (Saks. ref.: ibid.).
- Hällström, G.G./Snellman, C.: Dissertatio physica, de interpolatione pro determinanda vitri dilatatione a calórico. Aboa 1801. (Saks. ref.: ibid.).
- Hällström, G.G./Broberg, A.L.: De aequatione $y = A\sin(a + \alpha x) + B\sin(b + \beta x) + \text{etc.}$ ad inveniendam legem phaenomenorum observatorum apta. Aboa 1802.
- Hällström, G.G./Hulthin, N.P.: De mutationibus voluminis aquae destillatae intra temperaturam congelationis et vicesimi gradus in thermometro centesimali. Aboa 1802. (Saks.: Ann. d. Physik 17 ja 20.).
- Hällström, G.G./Melartin, E.G.: De inveniendo maximo vel minimo valore functionis $y = Aa^x + Bb^x + Cc^x + \dots + Mm^x + Nn^x + P$. Aboa 1802.
- Hällström, G.G./Wegelius, J.: De invenienda linea curva, quae in corpore liquido mota minimam patitur resistentiam. Aboa 1802.
- Hällström, G.G./Exwurz, C.F.: De invenienda area curvae, quae in aqua mota minimam patitur resistentiam. Aboa 1802.
- Hällström, G.G./Claesson, J.: De expansione hydrargyri in calórico, cum continuatione. Aboa 1803. (Saks. ref.: Ann. d. Physik 17 ja 20).
- Hällström, G.G./Kunckel, K.F.: Undersökning om Torricelliska barometerns construction. Åbo 1804.
- Hällström, G.G./Estlander, G.E.A.: Anmärkningar angående thermometerars förfärdigande och bruk. Del I. Åbo 1822.
- Hällström, G.G./Estlander, C.J.: ibid., del II. Åbo 1822.
- Hällström, G.G./Bergenheim, E.: ibid., Tillägg till sednare delen. Åbo 1822.
- Hällström, G.G./Borg, G.: De termino atmosphaerae terrestri nivali. Tom. I. Aboa 1823.
- Hällström, G.G./Alcenius, J.J.: ibid., tom. II. Aboa 1823.
- Hällström, G.G./von Troil, U.: De hygrometrico aeris statu, tempore aestivo anni MDCCCXXVI Aboae observato. Aboa 1827.
- Hällström, G.G./Cajander, H.: Observationes circa evaporationem hieme proxime elapsa instituta. Aboa 1827.
- Index Praelectionum, quas ad universitatem imperialem Alexandream, in Fennia, publice privatimque habebunt omnium facultatum professores ceterisque docentes. Helsingfors 1828-1852. - Ks. myös Catalogus..., Förteckning...
- Johannes Damaskolainen: Ortodoksisen uskon tarkka esitys. Osa II. Joensuu 1980.
- Johansson, O.V.: Aus G.G.Hällströms Hinterlassenen Papieren.
I. Berechnungen von Daten über phänologische Erscheinungen und dem Auf- und Zugang der Gewässer.
II. Angefangene meteorologische bearbeitungen, beobachtungen u.s.w. - Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk, H. 72. Helsingfors 1911.

John, H.H., ks. Gadd.

Kalm, P./Calamnius, G.G.: Korta anmärckningar wid inbyggarens näringar och hushållning, uti Cala-joki sochn, i Österbotn. Åbo 1753.

Kalm, P./Lithander, D.: Oförgripeliga tanckar om nödwändigheten af skogarnas bättre wård och ans i Finland. Åbo 1753.

Kalm, P./Forsinius, M.: Enfaldiga anmärckningar wid salt-källor. Åbo 1754.

Kalm, P./Gudseus, A.: Oförgripeliga tanckar om sättet att anställa meteorologiska observationer och theas nytta i oeconomien. Åbo 1754.

Kalm, P./Salmenius, C.: Historisk och oeconomisk beskrifning öfwer Calajoki sockn uti Österbotn. Åbo 1754. (Suomeksi, ks. (Salmenius)).

Kalm, P./Wegelius, H.: Tankar om möjligheten och nyttan af beqvämare båtfarter i Kimi Elf uti Österbotn. Åbo 1755.

Kalm, P./Backman, A.: En oeconomisk beskrifning, huru sådana kjärr kunna göras nyttiga, hvarifrån vatnet ej kan ledas med diken. Åbo 1756.

Kalm, P./Herkepaesus, C.: Historisk och oeconomisk beskrifning öfwer Hauho sokn uti Tawastland. Åbo 1756.

Kalm, P./Stenius, J.: Akademiskt snille-yrke, om bästa sättet, at anlägga forssbyggnader. Första delen. Åbo 1757.

Kalm, P./Westzyntius, J.: Discursus teleologici circa atmosphaeram. Åbo 1757.

Kalm, P./Ganander, C.: Om kännemärcken til rika kjäll- och wattu-ådror. Åbo 1763.

Kalm, P./Wegelius, E.: Tankar om nödwändigheten at utdika och upodla kärr och mossar i Finland. Åbo 1763.

Kalm, P./Tengstroem, J.: Exercitium academicum. De pluvia tempestiva & serotina quarum in Bibliis Sacris mentio fit. Åbo 1775.

Kalm, P./Foeder, A.M.: Oförgripeliga tanckar om den wärkan som et lands upodling har på dess climat. Åbo 1778.

Karta öfwer Finland. - 1872, uppr. å Landtm. öfverst. (Valtionarkisto, yleiskartta 162.).

Kekonius, N.J., ks. Gadd.

Kerckkonen 1949, ks. (Nesselius).

Kexlerus, S.: Cosmographiae compendiosa descriptio et geographiae introductio de globi terreni et mapparum geograph. meliori intellectu ac usu cum brevi orbis terreni adumbratione. Åbo 1666.

Klingenstierna, S./Northman, A.: Dissertatio physica, de origine fontium et fluviorum. Upsalia 1740.

Kongl. Maj:ts Nådiga Kungörelse, Angående Strömrensningar i Stor-Furstendömet Finland. Gifwen i Stockholms Slott den 17 December 1799. Stockholm 1800.

Koskinen, Yrjö: Kertomus Hämeenkyrön pitäjästä. - Suomi 1851, s. 17-116.-2. painos: Helsinki 1852.-4. Painos: Forssa 1980.

KSVAH = Kongliga Svenska Vetenskaps-academiens Handlingar.

Kunckel, K.F., ks. Hällström,

- Lacman, S., ks. Chydenius.
- Lagus, J., ks. Mennander.
- Lagus, Vilhelm: Åbo Akademis studentmatrikel, å nyo uppträttad. Förre Afdelningen 1640-1740. Helsingfors 1891.
- Lagus, Vilhelm: *ibid.*, Senare Afdelningen 1740-1827. Helsingfors 1895.
- Laurbecchius, P./Wännergren, J.: *Disputatio inauguralis meteorum quorundam non insvetorum explorans naturam*. Aboa 1688.
- Leche, J.: Utdrag af Väderleks Journalen, som blifvit hållen i Åbo, ifrån och med år 1750, til och med år 1761. Andra stycket. - KSAVAH 1762, s.303-313.
- Leche, J.: *Ibid.*, tredje stycket. - KSAVAH 1763, s.15-27.
- Lemquist, E., ks. Browallius.
- Leuchovius, B./Petraeus, E.: *De fontium et fluminum origine*. Upsalia 1619.
- Lindberg, W.: Synpunkter rörande nyttan och nödvändigheten af de hydrografiska arbetenas i landet organiserande och utvecklande. - Fennia 18 n:o 1, Helsingfors 1901.
- Lindström, G.J.: Beskrifning öfver Eura socken. - Suomi 1849, s. 93-188.
- Lithander, D., ks. Kalm.
- Lucretius Carus, T.: *Maailmankaikkeudesta. Suomentanut sekä johdannon ja selitykset kirjoittanut Paavo Numminen*. Porvoo 1965.
- Lähteistä. Lukemisia kansalle n:o 92, Turku 1859.
- Lönnfors, F.: Vesimäärämittaukset Suomessa vuoteen 1936 - Vattensmängdsmätningar i Finland intill år 1936. - Hydrografisen toimiston tiedonantoja VIII, Helsinki 1936.
- Lönnfors, F.: Vesimäärämittaukset Suomessa v. 1946 loppuun. - Hydrografisen toimiston tiedonantoja XI, Helsinki 1948.
- Melartin, E.G., ks. Hällström.
- Mellenius, S.G., ks. Gadd.
- Melliin, A., ks. Hahn.
- Mennander, C.F./Hällbergh, G.: *Dissertatio physica de rore*. Aboa 1747.
- Mennander, C.F./Welin, J.: *De salsedine maris*. Aboa 1747.
- Mennander, C.F./Birling, S.: *Dissertatio physica de usu frigoris*. Aboa 1748.
- Mennander, C.F./Achander, A.: *Aphorismi physici de effluviis corporum naturalium in atmosphaeram*. Aboa 1751.
- Mennander, C.F./Haegg, A.: *Cogitationes philosophicae de nubibus*. Aboa 1751.
- Mennander, C.F./Lagus, J.: *Dissertatio gradualis de utilitate observationum meteorologicarum in physica*. Aboa 1751.
- Miltopoeus, M./Blanck, H.: *Dissertatio physica de atomis*. Aboa 1667.
- Miltopoeus, M./Achrelius, D.: *Dissertatio physiologica terraquet globi tam externam quam internam structuram corporumque quorundam genesin breviter repraesentans*. Aboa 1672.

- (Nesselius, I.:) Israel Nesseliuksen mietinnöt. Toim. Martti Kerkkonen. - Suomen historian lähteitä 6. Helsinki 1949.
- Nordenskiöld, C.F.: Tal om Nyttan af öfverflödigt Vattens uttappande utur Insjöar, Kärr och Mossar i Finland. Stockholm 1758.
- Northman, A., ks. Klingenstierna.
- Olin, T.V.: Suomen vesistöjen alueet ja järvet. Finlands vattenområden och dess sjöar. - Hydrografisen toimiston tiedonantoja VII, Helsinki 1936.
- Palander, L.P., ks. Hällström.
- Petraeus, E., ks. Leuchovius.
- Pikku Suo-wiljelijä. Toimitti A.M-n. Lukemisia kansalle n:88. Turku 1858.
- Planman, A./Lithovius, S.: Dubia nonnullae circa argumenta compressibilitatem aquae concernantia. Aboa 1766.
- Planman, A./Wegelius, E.: Dissertatio de aequilibrio corporum aquae innatantium. Aboa 1766.
- Planman, A./Brunnerus, J.: Dissertatio de ascensu vaporum. Aboa 1772.
- Platon: Faidon. - Kootut teokset, kolmas osa. Keuruu 1979.
- Platon: Kritias. - Kootut teokset, viides osa. Keuruu 1982.
- Polviander, M., ks. Hahn.
- Porthan, H.G.: Aphorismi philosophici. Ks. Gadolin.
- Porthan, H.G.: Tankar om Finlands uppodling. - Åbo Tidning 1797.
- Pryss, H., ks. Thuronius.
- Pyhä Raamattu. Vanha Testamentti. XI yleisen Kirkolliskokouksen vuonna 1933 käytäntöön ottama suomennos. Tampere 1967.
- Rennerus, M., ks. Gadolin.
- Ringius, P.J., ks. Hahn.
- Roering, A., ks. Hasselbom.
- Runeberg, E.O.: Anmärkningar om några förändringar på jordytan i allmänhet, och under de kalla Climat i synnerhet. - KSVAH 1765, s.81-115.
- (Salmenius, C.:) Piirteitä Kalajoen kunnan asutuksesta ja oloista vanhimmilta ajoilta v:n 1752 saakka. Kokkola 1912. (Alkup. ruotsink. teos, ks. Kalm/Salmenius 1754.)
- Schaeffer, C.J., ks. Gadd.
- Schulten, N.G.: Försök att förklara orsaken till vattnets stigande och fallande samt derigenom uppkommande strömdrag. - KSVAH 1806.
- Seneca, I. Annaeus: quaestiones naturales. Stutgardia 1970.
- Seuna, P.: Suomen vesistöalueet. Ehdotus vesistöalueiden yleisjaoksi ja vesistötunnukseksi. - Vesihallitus,, tiedotus n:o 10. Helsinki 1971.
- Siren, A.: Suomen vesistöalueet ja keskimääräiset valuma-arvot. - Hydrogr. toimiston tiedonantoja XV, Helsinki 1955.
- Snellman, C., ks. Hällström.
- Snellman, J.V.: Om den moderna materialismen. - Öfversigt af FVS förhandlingar XIII, s.120-132. Helsingfors 1871.
- (Spegel, H.:) Guds Werk och Hwila, Thet är Hela Werldens under-samma Skapelse... Stockholm 1685.

- Spöring, H.: *Observatio de Elephantiasi aqua martiali fontis Kuppis prope Aboam curate. Acta Literaria Sueciae* 3, 1729.
- Spöring, H./Ekelund, J.: *Examen chymico-medicum fontis soterii Kuppiensi. Aboa* 1841.
- Stenius, J., ks. Kalm.
- Stähle, G., ks. Gadd.
- Tengstroem, J., ks. Kalm.
- Thauvonius, A./Warelius, P.: *Fasciculus physicae, ejusdem illustrationes definitiones atque nobiliores controversias axiomatibus nonnullis insertas brevibusque rationibus firmatas ac enodatas continens. Aboa* 1652.
- Thuronius, A./Pryss, H.: *Themata nonnulla ex amoenissimo physices viridario deprompta. Aboa* 1664.
- Tolsdorff, P., ks. Hasselbom.
- Troil, U. von, ks. Hällström.
- Tälpo, S./Bachster, J.: *De aquis supra coelestibus exercitium physiologicum. Aboa* 1686.
- Törneroos, J. A., ks. Browallius.
- Wallerius, J. G.: *Hydrologia, eller Wattu-riket. Stockholm* 1748.
- Vallinkoski, J.: *Turun Akatemian väitöskirjat 1642-1826. - Helsingin yliopiston kirjaston julkaisuja* 30, Helsinki 1962-1966.
- Vanhan testamentin apokryfikirjat. Kahdennentoista, v. 1938 pidetyn kirkolliskokouksen käytäntöön ottama käännös. Pieksämäki 1938.
- Warelius, A.: *Enon opetuksia luonnon asioista. 1. osa. Helsinki* 1855.
- Warelius, P., ks. Thauvonius.
- Wargentin, P.: *Om rägnvattnets olika myckenhet på särskilda orter. - KSVAH* 1763, s. 1-14.
- Weast, R. C. (ed.): *CRC Handbook of Chemistry and Physics. Boca Raton, Florida* 1982.
- Wegelius, E., ks. Kalm, Planman.
- Wegelius, H., ks. Kalm.
- Wegelius, J., ks. Hällström.
- Welin, J., ks. Mennander.
- Westzynthius, J., ks. Kalm.
- Widebeck, M., ks. Hahn.
- Wijnqvist, G., ks. Gadd.
- Wild, H.: *Die Regen-Verhältnisse des russischen Reiches. St. Petersburg* 1887.
- Wännergren, P., ks. Laurbecchius.
- Öfversigt af Finska Vetenskaps-societetens förhandlingar. I, 1838-1853. Helsingfors 1853. - IV, 1856-1857. Helsingfors 1857.
- Öfversigt af FVS förhandlingar = Öfversigt af Finska Vetenskaps-societetens förhandlingar.

C. KIRJALLISUUS

- Ahlberg, A.: Västerlandets undergång. Oswald Spenglers filosofi. Stockholm 1930.
- Aho, J.: Kevät ja takatalvi. Helsinki 1906. - 12. painos, Helsinki 1946.
- Airas, V.V.: Olisiko tekniikkaa puolustettava? - Teknillinen aikakauslehti 1936, s.315-318.
- Akademija Nauk SSSR: 250 let Akademii Nauk SSSR. Izdatelstvo "Nauka", Moskva 1977.
- Alanen, A.J.: Läpikulkuvesitie-kysymys Suomessa 1700-luvulla. I, Pikkuvihaan mennessä. - Historiallisia tutkimuksia XX, Helsinki 1935.
- Alanen, Y.J.E.: Kristinusko ja kulttuuri. Porvoo 1933.
- Annerstedt, C.: Uppsala universitets historia. II-III. Uppsala 1908-1914.
- Anttila, V.: Järvenlaskuyhtiöt Suomessa. - Kansantieteellinen arkisto 19, Helsinki 1967.
- Autio, V-M.: Yliopiston virkanimitykset. Hallinto- ja oppihistoriallinen tutkimus Turun Akatemian ja Keisarikunnan Aleksanterin-yliopiston opettajien nimityksistä Venäjän vallan alkupuolella 1809-1852. - Historiallisia tutkimuksia 115, Helsinki 1981.
- Biografinen nimikirja. Elämäkertoja Suomen entisiltä ja nykyajoilta. Toimittanut Suomen historiallinen seura. Helsinki 1879-1883.
- Biswas, A.K.: History of Hydrology. Amsterdam 1960.
- Blomqvist, E.: En blick på färskvattenhydrografins utveckling i Finland. - Fennia 39, n:o 6. Helsingfors 1916.
- Bohm, D.: Wholeness and the implicate order. London 1980.
- Borenus, H.G.: Minnestal öfver Johan Jacob Nervander. - Acta SSF 3, Helsingfors 1848.
- Brante, T.: Vetenskapens struktur och förändring. Karlshamn 1981.
- Caeserlein, A.: Historical development of hydrometry. - Three centuries of scientific hydrology. Unesco/WMO, Paris 1974.
- Carpelan, T. & Tudeer, L.O.T.: Helsingfors universitet. Lärare och tjänstemän från år 1828. Helsingfors 1925.
- Cederberg, A.R. (Saarenseppä, A.R.): Kuvauksia Pohjois-Karjalan maataloudellisista pöloista. I, vuoden 1800:n vaiheille. Joensuu 1912.
- Cederberg, A.R.: Kahdeksannentoista vuosisadan miehiä. Jyväskylä 1924.
- Cederberg, A.R.: Jaakko Stenius vanhempi. Helsinki 1928.
- Cederberg, A.R.: "Koski-Jaakko". - Aika 1909.
- Cederberg, A.R.: Suomen historia vapaudenajalla I. Porvoo 1942.
- Cederberg, P.: Jaakko Stenius nuoremman mietintö Pohjanmaan koskenperkauksista vuosien 1760-1762 valtiopäiville. - Historiallinen arkisto L, Helsinki 1944.
- Cygnaeus, G.: K.Finska Hushållningssällskapet 1797-1897. Åbo 1897.
- Dahlberg, R., ks. Moberg.
- De Solla Price, D.: Little Science, Big Science. New York 1963.

- De Solla Price, D.: Science since Babylon. New Haven 1975.
- Dooge, J.C.: The concept of the Hydrological Cycle in Britain (1687-1802). Ks. Tonini 1974.
- Dugas, R.: Histoire de la Mecanique. Paris 1950. (Englanniksi: A History of Mechanics. 1957.)
- Elfvig, F.: Finska vetenskapssocietetens historia 1838-1938. - Commentationes Humanarum Litterarum, Tomus X, Helsingforsia 1938.
- Encyclopaedia Britannica in 30 volumes. 15th Edition, Chicago 1974.
- Engels, F.: Luonnon dialektiikka. Moskova 1974.
- Eskola, A.: Sosiologian tutkimusmenetelmät I. 4. painos. Porvoo 1973.
- Eskola, P.: Mannertenliikunnat. - ITSK 6, Helsinki 1906.
- Fogelberg, P. & Mattelmäki, P. & Peltonen, A.: Toimiva maailma. Lukion maantiede. Keuruu 1981.
- Fontell, N.: Fysiikan ja ilmatieteen tutkimus Suomessa. - Oma maa 7, Porvoo 1960.
- Forsman, J.R.: Kaarlo Fredrik Mennander ja hänen aikansa. Kirkkohistoriallinen tutkimus. Turku 1900.
- Gustafsson, A.A.: Maanmittarikunta ja mittaustyöt Ruotsinvallan aikana. - Suomen maanmittauksen historia I. Porvoo 1933.
- Gylling, R.: Eräitä tietoja Siikajoen ensimmäisistä perkauksista. - Tie ja vesi 1956, s.31-32.
- Habermas, J.: Knowledge and Interest. - Inquiry 9, 1966, s.285-300.
- Heikel, I.A.: Filologins studium vid Åbo Universitetet. Åbo Universitets Lärdomshistoria 5. - Skrifter utgifna af Svenska Litteratursällskapet i Finland. XXVI. Helsingfors 1894.
- Heikel, I.A.: Helsingin yliopisto 1640-1940, Helsinki 1940.
- Homen, V.T.: Bidrag till kännedom af nattfrostfenomenet. - Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk 4D, Helsingfors 1884.
- Homen, V.T.: Om nattfroster. Helsingfors 1893.
- Homen, V.T.: I frågan om nattfroster. Öfversigt af FVS förhandlingar 37, Helsingfors 1984.
- Homen, V.T.: Yöhallat. - Oma maa 4, Porvoo 1909.
- Immeli, Heikki: Kanava. - Suomen kulkuneuvot 4/1983.
- Iso tietosanakirja (Tietosanakirja I-XI), Helsinki 1909-1919.
- Iso tietosanakirja I-XV, Helsinki 1931-1939.
- Iso tietosanakirja (Otavan iso tietosanakirja I-X), Keuruu 1960-1965.
- ITSK = Iso tietosanakirja.
- Jaatinen, S.: Vesirakennustyöt vesilainsäädännön kehityksen valossa. - Suomen uittajainyhdistyksen vuosikirja 1962, s.58-70.
- Johansson, O.J.: Några drag ur meteorologins historia i Finland före 1800. - Terra 25, s.185-209. Helsingfors 1913.
- Johansson, O.J.: Riktlinjer och problem för meteorologin, speciellt klimatforskningen i Finland. - Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk H. 93, n:o 3. Helsingfors 1949.
- Jutikkala, E.: Asutus ja väestö. - Suomen Taloushistoria 1, s.149-170. Helsinki 1980.

- Jutikkala, E.: Maanviljelijän talous. Ibid., s.171-239.
- Kasvio, A.: Kvalitatiivisista menetelmistä. - Sosiologia 1/1982, s.34-37.
- Kerkkonen, M.: Pietari Kalm talousopin professorina. Oppihistoriallinen tutkimus. Helsinki 1935.
- Kerkkonen, M.: Suomen nykyisten tieteellisten seurojen edeltäjistä. - Historiallinen aikakauskirja 1955.
- Khrgian, A.Kh.: Meteorology. A historical survey. Jerusalem 1970. (Alkup. venäläinen teos: Ocherki razvitiya meteorologii. Leningrad 1959.)
- Kivi, A.: Seitsemän veljestä. Helsinki 1870.
- Kivinen, S.A.: Oppihistoria oppiaineena Suomessa. - Oppinutta väkeä. Kaksi vuosisataa Suomen oppihistoriaa. Helsinki 1982.
- Kolkki, O.: Katsaus Suomen ilmastoon. - Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja 18, Helsinki 1968.
- Kuhn, T.S.: The structure of Scientific Revolutions. Chicago 1970. (Alkup. 1962.)
- Kuusisto, A.: Tie- ja vesirakennushallintomme vaihteita. -Tie ja vesi 1956, s.19-21.
- Laine, T.: Halla ja sen torjuminen. Helsinki 1947.
- Lakatos, I.: Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. - Lakatos & Musgrave 1970, s.91-196.
- Lakatos, I. & Musgrave, A.(ed.): Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge 1970.
- Laudan, L.: Progress and its problems. London 1977.
- Lehti, R.: Kuunylinen maailma tietoteoreettisena probleemina. - Arkhimedes 4/1979, s.193-203.
- Lehti, R.: Keskustelua tähtitieteellisistä maailmanjärjestelmistä Suomessa ja Ruotsissa 1600-luvulla. - Tähtitiedettä Exercitii Causa, Suomen Akatemian julkaisuja 9/1979. Helsinki 1980.
- Lehtinen, E.: Akateemisen kulttuurin ensiaskeleet Suomessa. - Suomen kulttuurihistoria 1, s.111-136. Porvoo 1979.
- Lehtinen, E.: Hyödyn ja valistuksen ajan akatemia. - Ibid., s.205-246.
- Leikola, A.: Luonnontiede Suomessa 1800-luvulla. - Arkhimedes 2/1978, s.66-81.
- Leikola, A.: Oppineisuuden hirmu. Luonnontieteistä ja luonnon tutkijoista. Juva 1980.
- Lemström, S.: Om sommarnattfrosterna och medlen att förekomma deras härjningar. - Finsk Tidskrift 9, 1880.
- Lemström, S.: Om förekommandet af nattfrosternas härjningar. Föredrag. - Biet 1, 1880.
- Lemström, S.: Om sättet att förekomma sommarnattfroster genom facklar. Helsingfors 1883. - 2. painos 1893.
- Lemström, S.: Frotskydd vid Kronborgs landtbruksinstitut augusti-september 1892. Helsingfors 1893.
- Lemström, S.: I frågan om Nattfroster. Med anledning af Hr Homens arbete "Om nattfroster". - Öfversigt af FVS förhandlingar 36, Helsingfors 1894.

- Lindholm, S.: Vetenskap, verklighet och paradigm. Uppsala 1981.
- Lindroth, S.: Svensk Lärdomshistoria. Stormaktstiden. Stockholm 1975.
- Lindroth, S.: Svensk Lärdomshistoria. Frihetstiden. Stockholm 1978.
- Liski, E. & Puntanen, S.: Tilastotieteen peruskurssi I. Tampere 1977.
- Mach, E.: Die Principien der Wärmelehre. 3. auflage. Leipzig 1919.
- Malmio, B.: Luonnonopin opetuksen kehitys maamme oppikouluissa. Helsinki 1933.
- McEvedy, C. & Jones, R.: Atlas of World Population History. Bungay 1978.
- Miesmaa, U.I.: Katsaus tie- ja vesirakennushallituksen kehitykseen 140 vuoden aikana. - Tie ja vesi 1956, s.24-26 ja 56-57.
- (Moberg, A.:) Professor Adolf Mobergs självbiografi. Utg. av Ragnar Dahlberg. - Historiska och litteraturhistoriska studier 3, s.101-240. Helsingfors 1927. (Suomeksi: Hyvä taival. Helsinki 1961.
- Nace, R.: General evolution of the concept of the hydrological cycle. - Three centuries of scientific hydrology. Unesco/WMO, Paris, 1974.
- Nervander, J.J.: Minnestal öfver Gustaf Gabriel Hällström. - Acta SSF 2, Helsingfors 1845.
- Niiniluoto, I.: Johdatus tieteenfilosofiaan. Käsitteen- ja teorianmuodostus. Keuruu 1980.
- Noro, A.: Kovikset ja pehmikset ottelevat - yhteiskuntateoria kuo-lee katsomossa? - Sosiologia 1/1982, s.37-40.
- Nordisk familjebok 1-38. Stockholm 1904-1928.
- Ortega y Gasset, J.: Historian kriiseistä ja muita esseitä. Helsinki 1956. (Espanjankielinen alkuteos: Esquema de las crisis y otras ensayos. Madrid 1942).
- Otavan Suuri Ensyklopedia 1-12. Keuruu 1977-1983.
- Palander, G.: Henrik Gabriel Porthan. Helsinki 1904.
- Palmen, E.G.: Äldre och nyare sjöfällningar i Finland. - Fennia 20, n:o 7. Helsingfors 1902.
- Paloheimo, E.: Kova/pehmeä teknologia. - Tiedepolitiikka 3/1983, s.8-9.
- Perälä, Väinö: Eskil Petraeus, Turun yliopiston professori ja hiip-pakunnan piispa 1593-1657. Turku 1928.
- Pirinen, K.: Keskiajan kulttuurin välittyminen Suomeen. - Suomen kulttuurihistoria 1, s.11-39. Porvoo 1979.
- Pitkänen, K.: Varhaisteollinen aikakausi. Väestörakenteen muuttumi-nen ja väestönkehitys. - Suomen taloushistoria 1, s.367-385. Helsinki 1980.
- Rasila, V.: Ensimmäinen teollistumiskausi. Liberalismin aika. - Suo-men taloushistoria 2, s.13-26. Helsinki 1982.
- Renqvist, H.: The influence of human activities on discharge fluctu-ations in Finland. - Vth hydrological conference of the Baltic States, Finland, June 1936. Report 5A. Helsinki 1936.
- Renqvist, H.: Till frågan om vattnets kretslopp. Föredrag vid Finska Vetenskaps-societetens sammanträädande den 21 november 1938. - Societas Scientiarum Fennica, Årsbok XVII B n:o 4. Helsingfors 1939.

- Renqvist, H.: Till frågan om översvämningarna i Finland. - Societas Scientiarum Fennica, Årsbok XVIII B n:o 4. Helsingfors 1940.
- Rinne, V.: Saimaan kanavan rakennustyön ja toiminnan vaiheista. - Tie ja vesi 1956, s.27-30.
- Roos, J.P.: Sallivuuden puolesta. - Sosiologia 1/1982, s.41-43.
- Råbergh, H.: Teologins historia vid Åbo Universitet. Senaren delen, 1713-1827. Åbo Universitets Lärdomshistoria 9. - Skrifter utgifna af Svenska Literatursällskapet i Finland 50. Helsingfors 1901.
- Saalas, U.: Carl Reinhold Sahlberg. Luonnontutkija, yliopisto- ja maatalousmies 1779-1860. - Historiallisia tutkimuksia XLVII, Helsinki 1956.
- Saarenheimo, Eero (toim.): Aikamme kaksi kulttuuria. Porvoo 1967.
- Saarinen, J.: Hydrometrisistä mittauksista Suomessa. - Eräistä pisimmistä Suomea koskevista hydrologisista havaintosarjoista. Hydrografisen toimiston tiedonantoja XVI. Helsinki 1958.
- Saarinen, J.: Puoli vuosisataa "hydrografisen" toimintaa. - Tie ja vesi 1961, s.13-17.
- Salomies, I.: Suomen kirkon historia I. Suomen kirkko keskiaikana. Helsinki 1944.
- Salomies, I.: Suomen kirkon historia II. Uskonpuhdistuksen ja kirkollisen puhtasoppisuuden aika. Helsinki 1949.
- Salomies, I.: Suomen kirkon historia III. Isonvihan kynnykseltä Ruotsin vallan loppuun. Helsinki 1962.
- Sarmela, M.: Perinneaineiston kvantitatiivisesta tutkimuksesta. - Suomalaisen kirjallisuuden seura. Tietolipas 65. Helsinki 1970.
- Sauramo, M.: Maankohoaminen. - ITSK 8. Helsinki 1935.
- Schybergson, M.G.: Henrik Gabriel Porthan. Levnadsteckning. Förre delen. - Skrifter utgifna af Svenska Litteratursällskapet i Finland LXXXIII. Helsingfors 1908.
- Schybergson, M.G.: Henrik Gabriel Porthan. Levnadsteckning. Senare delen. - Ibid., XCVIII. Helsingfors 1911.
- Simojoki, H.: The History of Geophysics in Finland 1828-1918. - Societas Scientiarum Fennica, The History of Learning and Science in Finland 1828-1918. 5 B. Helsinki 1978.
- Siren, A.: Pitkät hydrologiset havaintosarjat. - Hydrografisen toimiston tiedonantoja XVI. Helsinki 1958.
- Slotte, K.F.: Matematikens och fysikens studium vid Åbo Universitet. Åbo Universitets Lärdomshistoria 7. - Skrifter utgifna af Svenska Literatursällskapet i Finland XXXVII. Helsingfors 1898.
- Snow, C.P. The two cultures and a second look. An expanded version of the Two cultures and the scientific revolution. Cambridge 1972. (The two cultures, 1. painos Cambridge 1959.)
- Soininen, A.M.: Vanha maataloutemme. Maatalous ja maatalousväestö Suomessa perinnällisen maatalouden loppukaudella 1720-luvulta 1870-luvulle. - Historiallisia tutkimuksia 96. Helsinki 1974.

- Suomi, V.: Suomenkielisen kirjallisuuden synty Abckiriasta Coco Pyhään Raamattuun. - Suomen kulttuurihistoria 1, s.59-67. Porvoo 1979.
- Tanner, V.: Suomen karttakuvan kehitys. - Suomen maantieteen käsikirja, s.19-66. Helsinki 1936.
- Tarkiainen, V.: Henrik Gabriel Porthan. - Suomalaisen kirjallisuuden seura. Tietolipas 6. Helsinki 1948. (2. painos 1971).
- Tigerstedt, R.: Kemiens studium vid Åbo Universitet. Åbo Universitets Lärdomshistoria 8. - Skrifter utgifna af Svenska Literatursällskapet i Finland XLII. Helsingfors 1899.
- Toivanen, P.: Johan Gadolin ja aineen rakenne. Helsinki 1980.
- Tommila, E.: Kemian tutkimus Suomessa. - Oma maa 7, s.417-434. Porvoo 1960.
- Tonini, D.: The evolution of the concept of the hydrological cycle in the western world with special regard to the contributions of Italian scholars. - Unesco/WMO, Paris 1974.
- Toulmin, S.: Does the Distinction between Normal and Revolutionary science Hold Water? - Lakatos & Musgrave 1970, s.39-47.
- Tulvakomitean mietintö. Helsinki 1939.
- Turunen, K.E.: Ihminen ja tiede. Jyväskylä 1978.
- Tixeront, J.: L'hydrologie en France au dix-septième siècle. - Three centuries of scientific hydrology. Unesco/WMO, Paris 1974.
- UTSK = Uusi tietosanakirja.
- Uusi tietosanakirja 1-24. Helsinki 1960-1966.
- Vaajakallio, E.O.: Suomen maanmittarit 1628-1928. Helsinki 1929.
- Viikki, R.: Suur-Huittisten historia II. Lauttakylä 1973.
- Wiitanen, S.: Finska Hushållningssällskapets arkiv. - Åbo Akademis bibliotek, Stencilserie 2. Åbo 1972.
- Wilenius, R.: Ihminen, luonto ja tekniikka. Jyväskylä 1978.
- Wilkuna, K.: Talonpojan maa- ja kotitalous. - Suomen kulttuurihistoria II, s.262-311. Jyväskylä 1934.
- Virkkala, K.: Maankohoaminen. ITSK 5. Keuruu 1983.
- Witting, R.: Hafsytan, geoidytan och landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Norsjön. - Fennia 39, n:o 5. Helsingfors 1918.
- Voionmaa, V.: Tampereen kaupungin historia I. Tampere 1929.
- Wright, G.H.von: Tieteen filosofian kaksi perinnettä. - Helsingin yliopiston filosofian laitoksen julkaisuja 1/1970.
- Wuolle, B.: Suomen teknillinen korkeakouluopetus 1849-1949. Helsinki 1949.
- Österbladh, K.: Juhana Browallius. Tiedemies, valtiopäivämies ja piispa. - Turun yliopiston julkaisuja, sarja B, osa XI. Turku 1929.

HENKILÖHAKEMISTO

Mikäli sivunumeron perässä on r, on kyseessä pelkkä kirjallisuusviite. Henkilöhakemisto koskee tekstiosaa sekä viitteitä ja huomautuksia, ei sen sijaan englanninkielistä tiivistelmää eikä liitteitä.

- Aamos 145
Achander, Andreas Henrici 161r
Achrelius, Daniel 40, 41, 143, 156, 157, 158
Ahlberg, A. 137r
Agricola, Georgius 147
Agricola, Mikael 151
Aho, Juhani 193r
Airas, Väinö V. 137
Alanen, Aulis J. 189r, 190
Alanen, Yrjö J. E. 137
Alanus, Georg 155
Alberti, Leon Battista 146
Albertus Magnus (Albert Suuri) 38, 152
Al-Idris, Abu Abdullah Muhammad 185
Anaksimandros 145
Anttila, Veikko 137r, 190r, 193r
Arelius, Sveno Magni 158r
Aristoteles 13, 20, 22, 24, 25, 35, 36-38, 41, 51, 67,
144-146, 148, 152, 153r, 154-156, 158, 172
Arrebo, Anders Kristensen 159
Astikainen, Raimo 137r
Augustinus, Aurelius 148
Bachster, Johannes 158r
Backman, Adolph 163r, 191r
Bacon, Francis 43, 61, 144
Basileios Suuri 38
Becher, J. J. 56, 147
Becker, ks. Becher
Bessel, Friedrich Wilhelm 82, 171, 179
Besson, Jacques 146
Birling, Samuel 175r
Biswas, Asit K. 143r, 144r, 145r, 146r, 147r, 148r, 149r,
150r, 151r, 167r
Bjelke, Erik Turenpoika 189
Blanck, Henricus 39, 157r
Blomqvist, Edvard 88, 137r, 158r, 181r, 182r, 185r, 193r, 194r

Bohm, David 140r
Bolin, G. L. 162r, 175r
Borg, Gabriel 180r
Borgström, Ericus 162r, 172r
Borenius, Henrik Gustaf 50, 165r, 166
Boyle, Robert 61, 149
Bracciolini, Poggio, ks. Poggio Bracciolini
Brahe, Tyge (Tyko) 156
Brante, Thomas 141r, 142
Browallius, Johan 44-45, 46, 61, 67-71, 159, 161, 170r, 172-174
Bruncrona, N. 175
Brunnerus, Johannes 73, 162r, 176r
Buch, Leopold von 71, 175
Bure, Anders (Bureus, Andreas) 99-101, 185, 186
Bäckman, K. A. 188
Caesperlein, A. 183r
Cajander, Henricus 177r
Canton, John 61
Cardano (Cardanus), Geronimo 36, 144, 147, 152, 154
Carlson, Wilhelm 189r
Castelli, Benedetto 29, 143, 148
Cederberg, A. R. 159r, 190r, 191r
Celsius, Anders 67-68, 77, 172
Charles, Jacques 171
Chydenius, Anders 190
Chydenius, Samuel 69, 109-110, 165, 190, 191, 193
Clewberg, Abraham Niklas 49, 164
Crawford, Adair 176
Cygnaeus, G. 179r, 188r
Dahlberg, R. 166r
Dahlman, Laurentius 172r, 173r
Dalin, Olof 173
De Luc, J. A. 62, 170r, 171
Derham, William 56, 148r, 150
Descartes, René 26, 27, 52, 147, 166
De Solla Price, Derek J. 137
Dooge, J. C. 150r
Du Bartas, Guillaume de Salluste 159
Dugas, René 148r, 151r

Eckman, Laurentius 162r
Edelcrantz, ks. Clewberg
Ehrensward, August 103, 186
Ekelund, Johannes 164, 174r
Ekenvall, Petrus 165
Eklöf, Johan 50, 81, 83-84, 165-166
Ekwurzel, Carolus Fridericus 172r
Elmgren, Sven Gabriel 106, 188
Elfvig, Fredrik 166r, 184r
Empedokles 60, 144
Engels, Friedrich 142
Eskola, Antti 139
Eskola, Pentti 175
Esra 154
Estlander, Jacobus 173r
Faggot, Jakob 46, 101, 162, 185
Ferner, Bengt 174
Flachsenius, Johannes 155
Foeder, Adolphus Magnus 163r, 191r
Fogelberg, P. 139r
Fontell, Nils 165r
Forsinius, Matthias 163r, 185r
Forsius, Sigfrid Aronus 33-37, 39, 41, 99, 144, 146r, 151-155,
157, 159, 185
Forsman, G., ks. Koskinen
Forsman, Juho R. 161r
Francois, Jean 146
Frosterus, E. J. 179
Frosterus, Johannes 58-59, 73, 169, 175
Frosterus, Robert 80, 178
Gadd, Pehr Adrian 47-48, 57-58, 61, 74, 87, 88-89, 103-104,
106, 110-111, 143, 163, 164, 169, 170r, 174,
175r, 181r, 182r, 186r, 189, 190r, 191r
Gadolin, Jakob 45-46, 49, 60, 67, 69, 71, 72, 161, 162r, 163,
164r, 170, 172r, 175r
Gadolin, Johan 48, 61, 138r, 163-164, 176
Galenus 152
Galileo Galilei 29, 148
Ganander, Christfried 56, 98, 163r, 168, 184r
Gangius, Olof 101
Gauss, Carl Friedrich 64, 171
Gersten 73

Gilbert, L. W. 62
Gissler, Nils 91, 183r
Gudseus, Andreas 79, 87-88, 99, 163r, 178, 181r, 185r
Gummerus, Christian 172r
Gustafsson, Alfred A. 185r, 187r
Gylden, Claes W. 105-106, 187, 188
Gylling, R. 184
Habermas, Jürgen 140
Haegg, Andreas 161r
Hagman, Nicolaus 158
Hahn, Petrus 40, 41, 156, 158, 159
Halley, Edmond 31, 54, 58, 150-151, 167, 168
Hassel, Henrik 161
Hasselbom, Nils 44, 51-55, 61, 77, 108-109, 159, 160, 161,
166-168, 170r, 177r, 189
Heikel, Ivar A. 137r, 157r, 160r, 164r
Helimäki, U. Ilmari 178r
Hellenius, Carl Niklas 48, 164
Henry, Joseph 183
Herbinius, Johann 146
Herkepaecus, Christophorus 103
Hermelin, Samuel Gustaf 104-105, 186, 187, 188
Heurlin, Samuel Nicolaus 163r, 170r
Hieltt, Nicolaus 162r
Hire, Clide la 167
Hirn, Henrik 137r, 144r, 156r, 160r
Hjelt, Otto 178
Holm, C. G. 93-94, 119, 184r, 193r
Holmström, Leonard Pontus 175
Homen, Victor Theodor 76, 177
Hooke, Robert 148-149
Hulthin, Nicolaus Petrus 170r, 171r
Huovila, Seppo 138r
Huss, Olaus E. 161r
Huygens, Christiaan 149
Hällbergh, Gerhardus 73, 161r, 175r
Hällström, Carl Peter 104, 175, 186, 187
Hällström, Fredrik Adolf 87, 90, 93-96, 106, 182, 184r, 186r,
187, 192r, 193
Hällström, Gustaf Gabriel 49-50, 62-66, 71-72, 74-77, 80,
81-87, 90, 92, 99, 104-106, 114, 116,
117-119, 138r, 163, 165, 170-172,
174-181, 183, 185, 187, 192r, 193

- Idman, Gustaf Niclas 88, 111, 163r, 169r, 181r, 182r, 191
Idman, Nils N. 191
Isidorus Sevillalainen 144, 146
Jansson, Anders (Jansson, G.) 88, 181, 189
Johannes Damaskolainen 38, 148
Johansson, Glory 152r
Johansson, Oscar V. 37, 86, 137r, 154, 178, 180r, 181, 183r
Jokiranta, Olli T. 137r
Jutikkala, Eino 190r
Kaarle IX (Kaarle-herttua) 151, 152
Kalm, Pehr 46-47, 56, 58, 79, 87-88, 98, 99, 102-103, 106,
110, 161-164, 168, 172, 176, 178, 181r, 184r, 185r,
191r
Kasvio, A. 139r
Kautilya 148
Kekkonius, Nils Johan 58, 88-89, 103-104, 112, 163r, 169r,
181r, 182, 186
Kepler, Johannes 26
Kerkkonen, Martti 162r, 163r, 189r
Kexlerus, Simon 39, 156, 157
Khragian, A. Kh. 178r
Kircher, Athanasius 26, 40, 41, 52, 56
Kivi, Aleksis 193r
Kivinen, S. Albert 137r
Klingenstierna, Samuel 166
Kopernikus, Nikolaus 137, 152, 157
Koskinen, Yrjö 96-97, 184, 188, 189
Kreander, Salomon 164
Kuhn, Thomas S. 16, 141-143
Kustaa II Aadolf 152, 155
Kuusisto, Aku 192r
Lagus, Johan 79-80, 161r, 178, 182r
Lagus, Vilhelm 166r
Laine, T. 156r, 157r
Lakatos, Imre 142
Laudan, Larry 142
Laurbecchius, Petrus 155
Lavoisier, Antoine Laurent 61
Leche, Johan 48, 57, 58, 77-79, 164, 177r, 178r
Leeuwenhoek, Antony van 60
Legendre, Adrien Marie 171
Lehti, Raimo 137r, 150r
Lehtinen, E. 151r, 152r, 155r, 157r, 158r, 160r, 161r, 163r, 144r

Leikola, Anto 144, 165r
Lekve, Endre 120, 194
Lemquist, E. 161r, 172r
Lemström, Selim 76, 177
Leonardo da Vinci 26
Leuchovius, Benedictus 156r
Lindberg, W. 193
Lindroth, Sten 143r
Lindström, G. J. 188
Linnanmäki, Eeva 137r
Linné, Carl von 44, 46, 68, 70
Liski, E. 171r
Lithovius, Samuel 162r, 170r
Locke, John 43
Lucretius Carus, Titus 26, 146-147
Lunelund, Harald 137
Lönnfors, Frans 183r
Mach, Ernst 171r
Magirus, Johannes 152
Malmio, B. 158r
Mariotte, Edmé 30-31, 54, 57, 58, 149-150, 168
Melanchthon, Philipp 32, 151, 152
Melartin, Ericus Gabriel 170r, 171r
Melliin, Abrahamus 158r
Melvill, Thomas 61
Mennander, Carl Fredrik 45, 67, 72-73, 80, 161, 163r, 172,
175r, 178r
Miesmaa, U. I. 192r, 193r
Miltopoeus, M. 39, 143, 156, 157
Moberg, Adolf 50, 139, 166
Mohell, Gustaf 189
Molina 146
Musschenbroek, Petrus van 65, 172
Mylläri, Annikki 137r
Neovius, ErithioC 120, 194
Nervander, Johan Jacob 50, 81, 159, 165r
Nesselius, Israel 108, 109, 189, 190r
Nevalainen, Paula 137r
Newton, Isaac 29, 137, 174
Nieminen, Sirkku 137r
Niini, Risto 165r
Niiniluoto, Ilkka 140r

Nordenberg, ks. Nordenskiöld
Nordenskiöld, Carl Fredrik 56-57, 70, 73, 108, 110-111,
168-169, 175r, 191
Noro, Arto 139r
Northman, Andreas 166
Numminen, Paavo 147
Nuutinen, Lassi 190, 191
Olaus Magnus 99-100, 152
Olin, T. V. 106
Ortega y Gasset, Jose 142
Palander, Gunnar 164r
Palander, Laurentius Philippus 170r
Palissy, Bernard 146
Palmen, E. G. 192r, 193r
Paloheimo, Eero 139r
Paracelsus, Theophrastus 152
Paucher 171
Perrault, Charles 150
Perrault, Pierre 30, 31, 148, 149, 150, 167
Perälä, Väinö 155r, 156r
Petraeus, Anders 155
Petraeus, Eskil 38-39, 41, 156, 159
Pirinen, Kauko 151r
Planck, Max 137
Planman, Anders 46, 61, 70, 72, 73, 162, 163, 170r, 174, 176r
Platon 24, 27, 41, 144-146, 148, 152
Plinius (Gaius Plinius Secundus) vanhempi 26, 38, 147r, 152
Poggendorff, Johann Christian 62
Poggio Bracciolini 147
Pollari, Anneli 138r
Polviander, Michael 158r
Porthan, Henrik Gabriel 48-49, 66, 113, 143, 162r, 164, 172r
Pryss, H. 158r
Ptolemaios, Klaudios 21, 145, 152
Putto, Elvi 137r
Ramus, Petrus 155
Rantanen, Rauno 137r
Rasila, Viljo 122, 194r
Ray, John 56, 146
Rein, Gabriel 106-107, 188
Rennerus, Matthias 60, 162r, 170

Renqvist, Henrik 11, 41, 137, 145, 159
Ringius, Petrus 158r
Roering, ks. Röring
Roos, Jeja-Pekka 139r
Rosenkampff, Carl 182
Rudbeck, Olaus 189
Runeberg, Ephraim Otto 70-71, 174
Rungius, Johannes 40, 158r
Råbergh, Herman 159r
Rönkkö, Ensio 137r
Röring, Abraham 51-55, 77, 166-168, 177r
Saalas, Uunio 164r
Saarenheimo, Eero 137r
Saarinen, Jaakko 182r
Salmenius, Christian 102-103
Salomies, I. 151r, 152r, 155r, 156r, 159r, 160r, 161r, 162r, 172r
Salomo 145
Sanmark, Carl Gustaf 189r
Sarmela, Matti 139r, 140
Sauramo, M. 175r
Scaliger, Julius 36, 38, 41, 146, 152, 154, 158
Scarin, Algot 161
Schaeffer, Carl Johan 89, 111-113, 163r, 181r, 182, 191r
Schott, Gaspar 52
Schulten, Nathanael Gerhard 91, 113, 183, 192
Schulten, Nathanael Gerhard af 183
Schybergson, M. G. 164r
Seneca, L. Annaeus 41, 54, 146, 150, 152, 158r
Seuna, Bertti 106, 188r
Sieger, Robert 175
Siirak, Jeesus 38, 154, 156
Simojoki, Heikki 8, 137, 165r, 166, 177r, 183r, 184r, 194
Siren, Allan 106, 183r, 187r
Skytte, Johan 155
Slotte, K. F. 60, 137r, 156r, 157r, 158r, 160r, 161r, 162r,
164r, 168r, 170r, 172r, 175r, 176r, 178r, 194
Snellman, Johan Vilhelm 65, 140r
Snellman, Petrus Christianus 170r, 171r
Snow, C. P. 137
Spegel, Haqvin 41-42, 159
Spengler, Oswald 137
Sperling, Johannes 41

Spöring, Herman Diidrik 48, 58, 164, 177, 185r
Steen, Magnus 155
Stenbäck, Lars 173
Stenius, Jakob, nuorempi 49, 110, 111, 163r, 165, 191, 193
Stenius, Jakob, vanhempi 111, 112
Streng, Juhani 137r
Stähle, Gabriel 57, 103, 163r, 169, 181r, 186r
Suolahti, Gunnar, ks. Palander, Gunnar
Suomi, V. 152r
Swedenborg, Emanuel 67, 172-173
Söderling, Päivi 137r, 181r, 190r
Taimelin, Jean 185
Tammelin, Lars 155, 159
Tanner, V. 100r, 185r, 186r, 187
Tarkiainen, V. 164r
Tengström, Jacobus 163r
Thales 60, 144
Thauvonius, Abraham 155, 157, 158r
Theophrastus (Tyrtamos) 146
Thorwöste, Johan 44, 160
Thuronius, Anders 155, 158r
Tigerstedt, R. 170r
Tiitta, Allan 137r
Toivanen, Pertti 137r, 160r, 164r, 166r
Tolsdorff, Petrus 61, 170r
Tommila, E. 190r
Tonini, D. 147r
Topelius, Zachris 107
Toulmin, S. 143r
Townley, Richard 148
Tralles, Georg 81-82, 179
Troil, Uno von 177r
Tuomas Akvinolainen 38, 144, 148
Tålpo, Simon 158r
Törne, J. U. von 161r
Törneröos, Johannes Adamus 161r
Töyrylä, May 137r
Vahtola, Riitta 137r
Wallerius, Johan Gottschalk 47, 55, 68, 75, 87, 168, 169,
172, 175, 176, 181
Vallinkoski, J. 163r, 166r
Vallisnieri, Antonio 54

Warelius, Antero 59, 170
Warelius, Petrus 157, 158r
Varenius, Bernhardus 148
Wargentín, Pehr 56, 79, 168r, 177r, 178
Wasastjerna, J. A. 137
Weast, R. C. 170r, 171r
Wegelius, Esaias 61, 162r, 163r, 170r, 176, 191r
Wegelius, Henric 163r, 191r
Wegelius, Henrik 179
Wegelius, Jacobus 172r
Welin, Johannes 161r
Wells, William 177
Werfving, J. (Werving) 183
Westling, C. R. 192r
Westzyntius, Johan 163r
Wetterhoff, Otto Fredrik 106, 188
Wetterstedt, Eric 181r, 186, 189r, 190r
Widebeck, Magnus 158
Vihavainen, Eino 137r
Viikki, R. 189r, 191r
Viitanen, Svea 188r
Wijnqvist, Gustav 57, 163r, 169, 181r, 185r
Wild, H. 178r, 179r
Wilenius, Reijo 140r
Wilkuna, Kustaa 176r
Willebrand, Ernst Gustaf (von) 113, 192
Virkkala, K. 175r
Vitruvius, Pollio 146, 184
Witting, Rolf 183r
Voionmaa, Väinö 190r
Wolff, Christian 43, 159, 160
Woltman, Reinhard 183
Woodward, John 146
Wren, Christopher 148
Wright, Georg Henrik von 140r
Wuolle, B. 194r
Wínnerngreen, P. 155
Yrjö-Koskinen, Y. S., ks. Koskinen
Österbladh, Kaarlo 161, 167r, 172r, 174r, 186r

LIITE 1.

HYDROLOGIAAN LIITTYVIÄ LUENTOSARJOJA TURUN AKATEMIASSA VUOSINA
1700 - 1827 JA SUOMEN KEISARILLISESSA ALEKSANTERIN-YLIOPISTOSSA
VUOSINA 1828 - 1864

Vuosi t. lukuvuosi	Luennoitsija	Luentosarja
1706	Hahn	Meteorologiaa
1708	Tammelin	Maantiedettä ym.
1711	- " -	Maantiedettä
1713	Hahn	"Doctrinam effluviolorum, atomorum, meteorum, mineralium & plantarum
1734	Hasselbom	Maantiedettä ym., kuulijain toivomuksen mukaan
1739-40	- " -	Hydrostatiikkaa ja hydraulikkaa
1764-65	Planman	Meteorologiaa (priv.)
1765-66	- " -	Hydrodynamiikan perusteita (priv.)
1766-67	- " -	Fysikaalista maantiedettä (priv.)
1767	- " -	"Descriptionem Physicam Globi nostri terraquei" (priv.)
1773	- " -	Dynamiikan ja Hydrodynamiikan perusteita (publ.)
	- " -	Fysikaalista maantiedettä (priv.)
1774	- " -	Meteorologiaa (priv.)
1776	- " -	Meteorologiaa
1780	- " -	Fysikaalista maantiedettä (priv.)
1781	- " -	"Staticam & Solidorum & Fluidorum" (publ.)
1782	- " -	Hydrostatiikan luentojen loppuosa; meteorologiaa
1783	- " -	Fysikaalista maantiedettä
1787	- " -	"Staticam tam Solidorum quam fluidorum"
1788	- " -	Hydrostatiikan luentojen loppuosa
	Tammelander	Matemaattista maantiedettä karttapalloa hyväksi käyttäen
1789	Planman	Meteorologiaa (publ.)
1792	- " -	Fysikaalista maantiedettä (priv.)
	Tammelander	Matemaattista maantiedettä karttapalloa hyväksi käyttäen
1793	Planman	"Staticam solidorum & fluidorum (publ.)
1794	- " -	Meteorologiaa
1795	- " -	"Physicam Telluris" (priv.)
1796	- " -	Statiikan ja hydrostatiikan perusteita
1798	- " -	"Descriptionem Telluris Physicam"; meteorologiaa

1806	Ekenvall	"Phenomena corporum fluidorum"
1807	- " -	Meteorologiaa
1809	- " -	Fysikaalista maantiedettä
1811	Hällström	Hydrostatiikan ja hydrauliiikan perusteita
1822	- " -	"Physicam Telluris"
1831-32	Nervander	Meteorologiaa
1834-35	Hällström	Meteorologiaa
1842-43	Nervander	Meteorologisista havainnoista
1843-44	- " -	- " - - " -
1844-45	- " -	- " - - " -
1845-46	- " -	- " - - " -
1846-47	- " -	- " - - " -
1847-48	- " -	- " - - " -
1848-49	Borenus	- " - - " -
1849-50	- " -	- " - - " -
1850-51	Moberg	Geofysiikkaa (priv.)
	Borenus	Meteorologisista havainnoista
1851-52	- " -	- " - - " -
1852-53	- " -	- " - - " -
	Moberg	Geofysiikkaa ja meteorologiaa
1854-55	Topelius	Suomen maantiedettä
1855-56	- " -	- " - - " -
1856-57	- " -	- " - - " -
	Moberg	Hydromekaniikkaa
1857-58	Topelius	Suomen maantiedettä ("dal-systemerna")
1858-59	- " -	Suomen maantiedettä
1859-60	- " -	Suomen historiaa (maantiedettä, etnografiaa, lähteitä)
1860-61	- " -	- " - - " -
	Moberg	Hydromekaniikkaa

publ. = julkinen luentosarja

priv. = yksityinen luentosarja

Lähteet: Catalogus praelectionum I 1673-1768 Aboa
 II 1768-1808 - " -
 III 1808-1827 - " -
 IV 1828-1852 Helsingforsia

Helsingfors Universitet. Förteckning öfver föreläsningar
 1853-1879 .

LIITE 2.

A. F. BORENIUKSEN KIRJE G. G. HÄLLSTRÖMILLE

Tämä Gadolinin-Hällströmin kokoelmaan sisältyvä kirje olkoon esimerkkinä tutkijan ja havaitsijan - tai tässä tapauksessa havaintojen välittäjän - välisestä kirjeenvaihdosta.

Högvördige och Vidtberömde Herr Doctor, Professor och Ledamot af flere Orden!

Genast efter det jag haft äran inhändiga Herr Professorns vördade skrifvelse af den 23 dennes, jemförde jag det af Herr Professorn gjorda Utdrag ur Borgå Tidning No 37 för den 11 Maji detta år med samma Tidnings nummer, emedan jag, då Domprosten Alopaeus flyttat på landet, ej kunde verkställa den af Herr Professoren önskade jemförelsen af "Utdraget" med de af Domprosten Alopaeus och hans fader, framlidne Biskop Alopaeus gjorda anteckningar angående islossningen i Borgå å, ifrån hvilka anteckningar uppgifterne i Borgå Tidning äro tagne. Men då uppgifterne i sagde Tidning äfven för år 1779 voro fullkomligen öfverensstämmande med Herr Professorens ur densamma gjorda Utdrag, skref jag i sista söndags till Domprosten och anhöll att af honom få låna meranämnde anteckningar, så väl för att verkställa den begärda jemförelsen som äfven för att till Herr Professorns begagnande afskrifva desamma; och har detta varit orsaken hvarföre jag ej redan med senaste post hade den äran att besvara Herr Professorens vördade skrifvelse. Emellertid hafva anteckningarne, såsom Herr Professoren af närlagde bref behagade finna, af Domprosten Alopaeus ännu ej kunnat påhittas, men af i brefvet anförda skäl anser han likväl uppgiften för år 1779 vara fullkomligen pålitlig. Så snart jag af Domprosten fått emottaga islossningsanteckningarne, skall jag genast hafva äran till Herr Professoren öfversända en noga afskrift af desamma.

Med den djupaste vördnad och aktning har jag äran framhärda

Högvärdige Herr Doctorn, Professoren och Ordens Ledamotens

Borgå den 31 October 1839.

allerödmjukaste tjenare

A. F. Borenius

(Liitteenä käsikirjoituksessa "Klimat-förändringar...")

LIITE 3.

G.G. Hällströmin lausunto vesirakennushankkeiden yhteydessä tarvittavista tutkimuksista ja niiden järjestämisestä. (Gadolinin - Hällströmin kokoelmasta.)

Såsom det vid hvarje enskildt företag, särdeles af vidlyftigare omfattning, är för ändamålets vinnande nyttigt att hafva planen för hela arbetet uppgjord innan dermed någon början vidtages; så är ock detta af så mycket större nödvändighet i frågor om arbeten af inflytande på en allmänhet och på en hel landsort, som de bedrifvas med publika medel, för hvilka en noggrann redovisning är oundvikelig. Är företaget tillika af den beskaffenhet, att det, såsom utan plan eller på höft påbegynnt och illa utfördt, förorsakar skada och olyckor; så är det dubbelt oförsvarligt att icke hafva förut väl öfverlagt om tillställningarne dertill och beräknat följderna deraf. I begge dessa afseenden kunna i synnerhet hydrotekniska arbeten blifva tadelvärda, då det lätteligen kan hända, att de efter stora summors användande föga eller intet gagna, utan tvertom ofta åstadkomma förödelser och rysliga olyckor. Det är således af största angelägenhet, att väl detaillerade planer i synnerhet till desse uppgöras och med yttersta noggrannhet öfvervägas, innan de till verkställighet bringas. Men på det sådant må kunna ske med den fullständighet, som sakens vikt fordrar, är oumgäangeligen nödvändigt att äga kännedom om alla de omständigheter, som mer eller mindre väsendtligen till ändamålets vinnande medverka. Om beskaffenheten af de underrättelser, hvilka i detta afseende äro nödvändiga, är det som jag på gifven befallning får äran ödmjukast uppgifva följande.

Ehvad ock afsigten med skeende hydrotekniska arbeten må vara, antingen vattnets samlande och uppdämning till vissa bestämda behof, eller dess sänkande dels till förekommande af befarad öfversvämning på redan odlad jord, dels till vinnande af nya odlingstillfällen på förut öfversvämmad mark, eller ock ernående af dess för communicationer och transporter bättre afpassade lopp; så är kännedomen af vattnets primitiva beskaffenhet, sådan den finnes innan vår derå använda åtgärd, till dessa arbetens lyckliga bedrifvande oundgängligen nödvändig. I detta afseende är framför allt angeläget att öfver det i fråga varande vatten-systemet hafva uppgjord en detaillerad Plan-Charta efter stor skala, som med noggrannhet utmärker gränsorna mellan vatten och land, på det så väl vattnets närvarande ytas area derefter må kunna beräknas,

som ock alla dess krökningar i horizontal-projection, hvaraf vattnet i sin rörelse retarderas, må blifva kända, hvarjemte till en sådan Chartas fullständighet hörer att åtminstone ungefärligen upptaga den vidd af landet deromkring, som efter regn och snösmältning till detta vattendrags förökande bidrager. Utom sådana allmänne Chartor för hela vatten-systemet, behöfvas äfven speciela för bestämda delar deraf, hvilka upptaga detaillerna inom de gränsor, der ofvan- och underliggande vatten upphörer att på de deremellan varande ställen yttra något inflytande, sådana dessa gränsor genom djup-mätningar bestämmas. Men emedan vattenytan ej alltid står lika högt, så måste en medelhöjd deraf utletas, hvarefter, såsom normal-höjd, Chartorna uppgöras, samt vattnets gränsor äfven för dess högsta och lägsta stånd med tillhjälp af på stränderne anställda tjenliga nivelleringar. Till rättelse för framtiden bör ett oföränderligt märke, som utvisar normalhöjden, i något berg uthuggas eller eljest uppföras.

Sedan vattnets utsträckning i horizontal-plan sålunda blifvit bekant, är det i hydrotekniskt afseende lika angeläget att känna dess dimensioner åt djupet, på det bottnets beskaffenhet må blifva utrönt. Dessa djup-mätningar eller så kallade pligtningar böra derföre verkställas så tätt och i sådant sammanhang, att man med tillhjälp af dem kan uppgöra noggranna Profil-ritningar öfver vattnets vertikala sektioner, så väl på tvären af strömdraget som ock längsefter detsamma, så tätt intill hvarandra och på sådana ställen, att en sammanhängande kännedom om bottnens höjningar och sänkningar derigenom vinnes, och man sålunda blir i tillfälle att beräkna den i strömdraget befintliga vattenmängden. Så snart någon lutning i vattenytan förmärkes, bör dessutom densamma genom afvägningar bestämmas, på det sådant uti de deröfver författade lännd-profilerne må kunna föreställas. Att man vid dessa pligtningar bör hafva noga afseende på vattnets förut bestämda normal-höjd, är tydligt, äfven som noggranna anteckningar böra göras, som upplysa de med strömdrag förenade sjöarnes förhållande till hvarandra i afseende på detta normal-höjd.

Slutligen hörer till en fullständig kunskap om ett vatten-system kännedomen om det framrinnande vattnets hastighet, hvilken med dertill tjenlig Strömmätare bör bestämmas, hvarefter man är i tillfälle att beräkna mängden af det vatten, som på gifven tid genom gifna tvärsektioner i strömmen framflyter.

Dessa äro de hufvud-elementer som uti hvarje hydraulisk beräkning ingå. Men då att hydrotekniskt arbete skall på bestämdt ställe företagas, är dessutom en ännu närmare localkännedom deraf nödvändig. Olika jordmån gör märkelig förändring uti de kostnader som böra användas, hvarföre jordborrs försök der blifva nödvändiga. Man bör veta urskilja när ett vattenaflopp tjenligast för ändamålet bör och kan endast fördjupas, när endast på bredden utvidgas, och när begge utvägarne äro nyttige. Den till arbetets utförande erforderliga kostnaden bör jämföras med den nytta som deraf kan åstadkommas, äfven som beräkning bör anställas till hvad afstånd uppför och nedför strömmen ett företagande arbete kan verka antingen fördelaktigt eller menligt, och då angränsande Mossors upptorkning åsyftas, bör deras djuplek kännas, under hvilken all vattensänkning är onyttig. Likasom Klimatet genom Mossors upptorkning och odling förbättras, så kan tvertom, genom oförståndig vattensänkning, grunda sjöar förvandlas till skadliga gölar, och möjligen nya Mossor bildas. Ofta behöfva flod-stränderne förebyggnader, dels till förekommande af utskärningar, dels ock till uträtande af skadliga krökningar; dessas tjenliga plats och beskaffenhet måste bedömmas efter speciela på stället förekommande omständigheter. Till alla dessa och flera dylika åtgärder är således local kännedom så nödvändig, att man denförutan svårigen kan hoppas något lyckligt anordnande för ett åsyftadt nyttigt ändamåls vinnande.

Medgifves det, såsom jag förmodar, att alla förenämnde upplysningar äro alldeles oumbärligen nödvändiga ej allenast för den, som vill uppgöra dugliga planer till hydrotekniska arbeten, utan ock för den som tillbörligen skall kunna granska dessa förslag och planer, så uppkommer den frågan huru de hos oss skola kunna anskaffas. De arbeten, som till deras frambringande fordras, utgöra så detaillerade åtgärder, hvilka ock för längre tid fästa sin Man på den ort, der sådane komma i fråga, att de på intet villkor kunna anses åligga den Allernådigst tillförordnade Strömrrensnings Directionens personal, som hos sig concentrerar hufvudstyrelsen öfver sådane företag. Icke heller kan tillräcklig tid vara öfrig för den till Strömrrensningsarbetens bedrifvande nu antagna locala Arbets Chefen, hvilken öfver redan beslutna och under verkställighet varande åtgärder har styrelsen och redovisningen, särdeles då de förberedande undersökningarne fordra åtgärder på alla årstider, såsom Chartors uppgörande och vattenhastighets mätningar om sommaren, pligtningar om vintern, bestämmelser af högsta vattenytan

och verkningarne deraf om höst- och vartider, o. s. v. Då dessutom någon redan i landet antagen Ämbetsman icke finnes, på hvilken denne befattning skäligen kunde hvälfvas, eller som dermed kunde medhinna, så vida ock Landtmätare, med hvilkas göromål dessa arbeten hafva närmaste likhet, sällan kunna till dem distraheras, hvartill de ock ej alltid hafva erforderlig skicklighet eller ens genom erfarenhet förvärfvad färdighet; så synes det blifva nödvändigt, att enkom för landets hydrotekniska arbetens beredande antaga en ny Tjensteman under Strömnings Directiones omedelbara Chefskap. Denne Strömnings Ingenieur, som borde vara tillräckligen underbyggd för de för rättningar honom anförtros, af hvilken likväl, såsom blott Practicus, man väl ej får fordra fullkomlig kännedom af de ofta svåra analytiska deductioner, genom hvilka hydrauliska formler utvecklas, men som dock måste kunna till Siffer-räkning och praktiskt behof använda de formler, som honom till begagnande meddelas eller han sjelf ur böcker hemtar, skulle åligga att, i afseende på ofta förekommande behof af tvenne eller trenne personers förenade åtgärder, med biträde af en Adjoint eller Elev, anskaffa och samla alla här ofvanföre omnämnda upplysningar, i anledning hvaraf han vore förbunden att till Strömnings Directionens granskning och bedömande samt vidare åtgärd uppgifva förslag om företagande hydrotekniska arbeten, så väl dem han sjelf anser nyttiga och behöfliga, som ock dem, hvilka genom andras hos Directionen gjorda ansökningar kommit i fråga. Och då det är känt, huru ofta, till närgränsande jordägares skada, misstag af okunnighet i Hydrauliken ske af de Synerätter, som lagligen skola undersöka och bestämma tillåtligheten af nya vattenverks anläggande; så skulle ett Ämbetes utlåtande grundadt naturligtvis på föregången undersökning af stället lemnadt af Ingenieuren, i sådana fall blifva af mycken nytta, det han ock derföre vore skyldig att på begäran afgifva. Uti ett land, af den vidsträckhet och med de nästan otaliga vattendrag som Finland har, skall en sådan Tjensteman för hela sin tid vara fullkomligen, och mer än han ensam kan medhinna, sysselsatt, hvaraf synes följa, att han borde vara så väl lönt, att han åt sitt yrke ensamt kan uppoffra all sin tid och hela sin håg.

Åbo den 27 Juni 1819

G.G.H.

LIITE 4.

UPPGIFTER OM STRÖMMÄTARE

(Tämä anonyymi siivikkoja käsittelevä kirjoitus on koskenperkausinsinööriseuran arkistossa (akti 125), joten se on joka tapauksessa laadittu ennen vuotta 1861. Samassa kansiossa on 1820-luvulla laadittuja asiakirjoja, joten on mahdollista, että tämäkin kirjoitus on laadittu jo 1820-luvulla.)

Om Wingarnes storlek, ställning och afstånd behöfver man ej vara mycket bekymrad, emedan verkan af olikhet deruti bort-corrigeras genom de försök, som i alla fall måste anställas till utrönande af i formeln behöfliga constanta qvantiteter. Langsdorff uppgifver, att man för hastigare vatten, till ex: i rännor der ock trängsel är, är väl bilåten med vingar af 1 kvadrat tum yta, ställda på två tum afstånd från Maschinens axel; men om långsamt rinnande vatten skall mätas, behöfva de dock alldrig vara större än 4 kvadrat tum hvardera eller af 2 tum i fyrkant, ställda på 5 tum afstånd från axeln. Om maschinen är väl gjord, så att friction i tapparne ej är stor, blir formeln för vatten ganska enkel. Vid lugnt stillstående vatten mät ett afstånd = L fot, flytta Strömmätaren i detta vatten öfver längden L, och observera huru många hvarf = n vingarne derunder göra. Emedan det är af vikt att noga känna n, så måste man göra detta försök flera gånger, och af resultaterna taga medium. Om man dervid går med större eller mindre hastighet, jemnt eller ojemnt, är ej så noggrannt. Formeln för rinnande vattens hastighet fås då sålunda: Sänk strömmätaren uti vattnet; håll den der stilla en bestämd tid = T sekunder, och observera hvarfvens antal = A som Wingarne under denna tid gjordt; då blir det rinnande vattnets hastighet = H funnit efter denna formel: $H = \frac{L}{n} \frac{A}{t}$ fot i en sekund. Emedan $\frac{L}{n}$ för samma och lika ställda vingar är en oföränderlig qvantitet (den innefattar verkan af Maschinens friction, af vingarnes storlek och ställning), och man en gång för alla funnit den = a; så blir $H = \frac{aA}{t}$, med villkor att L mätes i fotmått och t uti sekunder. Man skulle till dessa försök behöfva ett Sekund Uhr; men man kan dock hjälpa sig med ett vanligt Fickur, om man räknar dess knäppar och vet huru stor del af sekunden förgår mellan hvarje knäppning. Till utrönande deraf räknar man huru många knäppar ske under en eller flera hela minuter, då antalet af minuterna, reduceradt till sekunder divideradt med antalet af knäpparne ger delar af sekunden för hvar knäpp. Mitt ur gör

till ex: 136 dubbla knäppningar i minuten, hvarföre $\frac{60}{136} = \frac{15}{34} = 0,441$ sekund tid åtgår för hvar knäppning. Vid dessa tidsräkningar måste man vänja sig att icke begynna med 1 utan med 0, hvilket är en enkel känd sak, men som lätt kan glömmas om man ej är uppmärksam derpå. Om jag då, för att nyttja ett exempel, funne att min Strömmätare, då jag fört den uti lugnt vatten öfver en väg af 100 fot, gjort med vingarne $n = 156$ omlopp; så är constanta kvantiteten $\frac{L}{n} = \frac{100}{156} = 0,641$ och formeln för min Strömmätare: $H = 0,641 \cdot \frac{A}{t}$ fot. Men en urknäppning gjorde $\frac{15}{34}$ sekund, hvarföre ett antal k af knäppningar göra $\frac{15}{34} \cdot k$ sekunder, som inlägges i formeln i stället för t . Sålunda skulle min formel blifva: $H = \frac{100}{156} \cdot \frac{34}{15} \cdot \frac{A}{k} = \frac{0,641}{0,441} \cdot \frac{A}{k} = 1,453 \cdot \frac{A}{k}$ fot i sekunden. Om jag då uti någon ström funne, att Mätarens vingar gjort $A = 50$ omlopp under det jag räknade urets knäppar $k = 120$, så är vattnets hastighet i denna ström $= 1,453 \cdot \frac{50}{120} = 0,6$ fot = 6 tum i sekunden.

I sammanhang härmed kan formel uppgifvas för beräkande af vattnets medelhastighet, då man känner hastigheten på ytan, hvilken sednare bekvämligast kan observeras. Om vattnets hastighet i ytan = v , vid bottnen = u , och medelhastigheten = \bar{v} , så uppgifver Du Buat: $u = (\sqrt{v} - 1)^2$ och $\bar{v} = \frac{v+u}{2}$, hvaraf $\bar{v} = (\sqrt{u} - \frac{1}{2})^2 + \frac{1}{4}$; äfven så $\bar{v} = (\sqrt{u} + \frac{1}{2})^2 + \frac{1}{4}$. Kanske kan erfarenheten gifva någon correction i denna theoretiska formel.

LIITE 5.

JÄRVENLASKUSUUNNITELMA

(Seuraava raportti on valittu esimerkiksi järvenlaskua koskevista asiakirjoista lähinnä tiiviytensä vuoksi. Kustannuslaskelmat on jätetty pois.)

Beskrifning öfver Nuorajärvi, Megrijärvi och Ilomantz sjöars utlopp genom Koida Elf, samt Kostnads Förslag till 5 fots sänkning af deras nuvarande vattenyta, författad och upprättadt i October Månad År 1837

Nuorajärvi, Megrijärvi och Ilomantz sjöar och deras gemensamma utlopp genom Koida Elf hafver det gemensamt med nästan alla vattendrag uti Östra Karelen, att de omgifvas af ofanteligt vidsträckta samt lågländta Kärrmarker och Starrängar och att deras vatten afbördas genom långa strömmar med ganska ringa fall, hvarigenom inträffar, att om våren eller regniga tider om hösten vattnet stiger 5 å 6 fot högre än dess lägsta stånd, och de kringom dessa vattendrag belägna lågländta ängar öfversvämmas helt och hållet på en längre tid, hvilket förhindrar höväxten om våren, dels försvårar dels helt och hållet omintetgör höbärgningen om hösten, hvarigenom ovärderliga skador uppstå. En rensning af sjöarnes utlopp vore således af den vidsträcktaste nytta för dessa nejdens Innevånare, hvilkas huvudsakligaste och säkraste näring utgöres af Boskapsskötseln.

Nuorajärvi och flere i samma nivåu liggande sjöar, afbördar sitt vatten genom Ylä Koida Elf, hvilken är mycket djup och bred. På 12 versts afstånd ifrån Nuorajärvi förenar sig Ilomantz och Megrijärvi sjöars vatten med Ylä Koida Elf, som nu antager namn af Ala Koida. Straxt nedanom förenings stället, vidtager ett 8 fots djupt och 200 fots långt strömsälle. Derifrån fortsätter Elfven sitt lopp med innehafvande af betydlig bredd och djuplek, på ett afstånd af 14 verst, tills Kurenharju 7 å 8 fots djupa och 100 fot långa strömsälle vidtager. Derefter löper Elfven, med innehafvande af samma djuplek som ofvan Kurenharju, 5 verst, då ett 100 fot långt och 8 fot djupt strömsälle vidtager. Ett kort stycke väg nedan sistnämnde ström vidtager Lylynkoski Fors, hvars botten och närmaste stränder bestå af större sortens stenar med en högst obetydlig mängd jord emellan. Omkring $\frac{1}{2}$ verst nedanom Lylynkoski vidtager Saivarvirta Ström, hvars botten i likhet med de ofvan nämnde strömsällens, bestå af ett tätt lager mindre stenar. Derefter möter åter en djup och ren del af

Elfven, tills Koverokoski Fors vidtager, hvilken åter är af samma beskaffenhet som Lylykoski och har en djuplek af 4, 5, å 6 fot. I Kovero Fors finnen en oskattlagd qvarn, som nu står obrukbar, emedan vattnet sönderrifvit dammen och rubbat qvarnhuset. Ifrån Kovero fortsätter Elfven åter sitt lopp 3 versts längd, tills Kangaskoski Fors vidtager, hvilken åter är af samma beskaffenhet som Saivar virda. Beloppet af alla ofvannämnda forsars fall utgör tillsammans $7\frac{1}{2}$ fot. Om således en noggrann rensning företages ifrån och med Kangaskoski uppåt, tills Nuorajärvi sjö vidtager, så sänkes sagde sjö samt Megrijärvi och Ilomantz sjöar 5 fot, och derigenom kunna alla öfversvämningar omkring ofvannämnda sjöar förhindras. I anseenda till det stora afstånd emellan Lylykoski och Kangaskoski, äfven som de på hvardera sidan om Koida Elf belägna lågländta marker, blifver en total tilldämning af Elfven nästan omöjlig, utan rensningen borde verkställas i skygd af partiella fördämningar. Af sådan orsak kan Kangaskoski Fors icke tillräckligt fördjupas, om icke den medan belägna Jaaninkoski Fors först till någon del upprensas. Och beräknas till hela sänkingsföretagets utförande följande kostnader ...

Ilomantz den 10 October 1836

J. Werfving.

(TVH III, akti 582).